

# Geometrische Zeichenlehre

von

Carl Genff,

Hofrath, Professor an der Kaiserlichen Universität zu Dorpat,

.....

Mit 50 Kupfertafeln.

---

Dorpat 1828.

Gedruckt bei J. E. Schönmann, Universitätsbuchdrucker.

Der Druck dieser Schrift ist unter der Bedingung gestattet,  
daß nach dem Abdrucke, vor dem Verkaufe derselben sieben Exem-  
plare zur vorschristmäßigen Vertheilung an die Dorpatische Censur-Comität eingesendet werden. Dorpat, am 16. Decbr. 1827.

Präsident der Dorpatischen Censur-Comität:

Wirkl. Staatsrath und Ritter G. Ewers.



TARTU ÜLIKOO LI

RAAMATUKOGU

18353642



## V o r w o r t.

---

Schon längst wurde das Bedürfniß gefühlt, daß in den niedern Schulen des Dorpatischen Lehrbezirks auch im geometrischen Zeichnen Unterricht ertheilt würde, indem in diesen Schulen vorzugsweise nur solche Dinge gelehrt werden, die dem künftigen Handwerker unentbehrlich sind. Eine Hochverordnete Schulkommission der hiesigen Universität ertheilte mir den Auftrag zu diesem Endzweck eine Sammlung geometrischer Vorzeichnungen zu verfertigen. Da indeß die Verhältnisse es nicht anders verstatten, als daß der jedesmalige mathematische Lehrer diesen Theil des Unterrichts übernehmen muß, und es nicht immer der Fall seyn kann, daß derselbe neben den mathematischen Kenntnissen auch praktische Erfahrung im Zeichnen besitzt, so hielt ich es für nothwendig, zu diesen Vorzeichnungen Einiges schriftlich hinzufügen zu müssen, was der Lehrer bei seinem Unterrichtsgeben als einen Rathgeber und Leitfaden gebrauchen könnte; was aber auch für den Kreisschüler von einiger Anlage verständlich genug wäre, und so entstand dieses Büchlein.

Dieser Ansicht gemäß ließ ich im ersten Capitel des ersten Abschnittes eine Beschreibung des Zeichnens-Materials vorangehen, und gab im dritten Capitel eine Mittheilung der Erfahrungen, was man zu beobachten und zu unterlassen hat, um ohne Flecke tuscheln zu lernen. In dem zweiten Capitel des ersten Abschnittes

tes sind nur diejenigen Vorkenntnisse in der Geometrie, welche zum Verstehen und zum Zeichnen bei Auflösung der Aufgaben des zweiten und dritten Abschnittes, nämlich in der geometrischen Zeichenlehre, und in der Lehre von Licht und Schatten am unentbehrlichsten sind, ganz kurz angegeben worden.

Es ist indeß nicht genug, daß der Schüler das in diesem zweiten Capitel Vorgetragene bloß begriffen hat, sondern er muß sich auch eine hinlängliche Uebung verschaffen, mit Leichtigkeit die Auflösung der daselbst gegebenen Aufgaben durchs Zeichnen gut und genau darstellen zu können, indem die praktische Ausführung derselben eine eben so nothwendige als leichte Vorübung zu denen, im zweiten und dritten Abschnitte vorkommenden, schwerern Aufgaben ist. Wer Gelegenheit gehabt hat, Schülern, welche die niedern Schulen besuchen, Unterricht im Zeichnen zu geben, der wird wissen, wie schwer es Manchem von diesen fällt, nur gerade Linien nach dem Lineale gerade zu ziehen, zumal wenn sie dieselben mit der Reißfeder zwischen zwei gegebenen Punkten, ohne diese Grenze zu überschreiten, ziehen sollen. Mancher wird sich schneller die dazu nöthige Geschicklichkeit erwerben. Bei einem großen Theile der Schüler ist es aber nothwendig, daß der Lehrer diese eine geraume Zeit mit dem Bleistifte, dann mit der Reißfeder zwischen zwei Linien, über die sie nicht hinausziehen dürfen, nur gerade Linien, erst in horizontaler, dann in senkrechter, dann in diagonaler Richtung ziehen läßt. Eben so muß der Schüler geübt werden, erst breite, dann schmalere, und hernach ganz feine Linien mit der Reißfeder so lange zu ziehen bis er 1) die Linien nicht mehr über die gegebene Grenze hinauszieht, und 2) bis er die Reißfeder so halten lernt, daß die Tusche gleichmäßig ausfließt, aber dennoch das Papier nicht durch zu starkes Anfrücken mit der Reißfeder durchschnitten wird. Eine längere Uebung erfordert es, bis der Schüler punktirte Linien



gut ziehen lernt. Weniger schwierig ist es concentrische Kreise mit dem Stückzirkel und der Reißfeder zu ziehen, indeß erfordert es doch bei den Mehrsten erst einige Uebung, bis sie dieselben, zumal wenn ihr Durchmesser klein ist, recht gut ziehen lernen.

Wenn demnach der Schüler sich durch fortgesetzte Uebung eine Fertigkeit erworben hat, diese verschiedenen Linien regelrecht zu machen, und die Auflösung der Aufgaben des zweiten Capitels nicht bloß begriffen hat, sondern auch mit Leichtigkeit reinlich und genau zeichnen kann; wenn er ferner nach der im dritten Capitel gegebenen Anweisung auch im Tuschen und Reinarbeiten der Flächen und Rundungen die nöthige Fertigkeit erlangt hat, so ist er hinlänglich vorbereitet, um mit der im zweiten Abschnitte vorgetragenen geometrischen Zeichenlehre den Anfang zu machen. In diesem Abschnitte sind die Grundsätze, nach denen jede geometrische Zeichnung gearbeitet werden muß, der dargestellte Gegenstand mag bedeuten, was er will, mit Hülfe regelmäßiger Figuren und Körper auseinander gesetzt. Innig verbunden mit dieser Zeichenlehre, und sich auf dieselbe begründend, ist die Lehre von Licht und Schatten, die den dritten Abschnitt einnimmt, und zu einer, mit Licht und Schatten auszuführenden Zeichnung unentbehrlich ist, aber nur demjenigen verständlich seyn kann, der die geometrische Zeichenlehre ganz begriffen hat. Soll aber der Unterricht im geometrischen Zeichnen zugleich als Bildungsmittel gebraucht werden, um den Verstand des Schülers zu schärfen, so darf der Lehrer die zum zweiten Abschnitte gehörigen Kupfertafeln dem Schüler nicht zum Kopiren geben, sondern er muß erst den Sinn der jedesmaligen Aufgabe den gesammten Schülern recht deutlich gemacht haben, nicht bloß durch Worte und einige erläuternde Linien an der Tafel, sondern auch durch Vorzeigung der Figur oder des Körpers aus Pappe, mit denen er die Lage der Figur oder des Körpers nach-

ahmt, welcher im Grund- und Aufrisse gezeichnet werden soll, alsdann muß er jeden Schüler die Auflösung der Aufgabe nach einem gegebenen Maaßstabe, ohne Original, aus dem Kopfe zeichnen lassen. Auf gleiche Weise müssen Größe und Form der Schlagschatten bei den Aufgaben des dritten Abschnittes ohne das Original vor sich zu haben, von dem Schüler selbst konstruirt und die Grade der Dunkelheit der verschiedenen Flächen nach den gegebenen Regeln bestimmt werden. Nur erst nach jedesmaliger Vollendung einer Zeichnung muß der Schüler dieselbe mit dem Kupferabdrucke vergleichen, um darnach beurtheilen zu können, wo er bei seiner Zeichnung von den gegebenen Regeln abgewichen ist. Außerdem ist es sehr anzurathen, daß der Schüler die Figuren in einem andern und größern Maaßstabe zeichne, als der ist, in welchem dieselben auf den Kupfertafeln wegen Ersparung des Raumes gemacht worden sind. Bei der eben angegebenen Verfahrensart im Unterrichtegeben wird der Lehrer eher gewahr werden, ob der Schüler das Vorgetragene verstanden habe, oder nicht, und der Schüler wird zum Selbstdenken angeleitet, so daß er die Regeln der Zeichnung und Abschattirung bei selbstgewählten Gegenständen, zu deren Darstellung er in seinem künftigen Berufe veranlaßt wird, anwenden lernt, wenn dieselben auch unter den hier aufgenommenen nicht mit vorkommen. Die zu dem zweiten und dritten Abschnitte gehörigen Kupfer müssen nur als das Mittel „die Regeln der geometrischen Zeichnung und Abschattirung deutlich machen zu können“ betrachtet werden. Die übrigen Blätter von Tab. XXIII bis Tab. L sind nur die Wiederholung in Beispielen der im zweiten und dritten Abschnitte vorgetragenen Grundsätze und Regeln, ohne damit noch einen andern Zweck zu beabsichtigen. Denn mit diesen zum vierten Abschnitte gehörigen Blättern sollte weder eine Sammlung von schönen Facaden, nach denen ein Architekt sich bilden,



oder aus denen der Baulustige auswählen könnte, noch sollte eine Sammlung von Meubeln für Tischler und Stuhlmacher, oder eine Sammlung verzierter Gefäße für Goldschmiede und dergl. mehr, gegeben werden, eben so wenig sollte damit ein vollständiger Unterricht für diesen oder jenen Handwerker, z. B. eine Darstellung aller Balken oder Steinverbindungen für künftige Zimmer- oder Maurermeister und mehr dgl. beabsichtigt werden; sondern es sollten nur leichte Übungsblätter seyn, deren Umriss auch für den ersten Anfänger nicht schwierig wäre, nach denen aber derselbe sein Auge für richtige Abschattirung bilden könnte. Wer mehr von diesen Blättern erwartet, bedenkt nicht, für wen, und zu welchem Zwecke das Buch geschrieben, und die dazu gehörigen Kupfer gestochen worden sind. Dieselben werden aber noch mehr ihren Zweck erreichen, wenn der Schüler ähnliche Gegenstände genau in ihrem Verhältnisse der Länge, Breite und Höhe im Grund- und Aufrisse nach der Natur selbst zeichnet, und in Hinsicht der Behandlung und Ausführung mit diesen Blättern vergleicht, vorausgesetzt, daß er das im zweiten und dritten Abschnitte Vorgetragene ganz inne hat, und sein Urtheil dadurch begründet ist; erst alsdann wird er recht begreifen lernen, welchen Nutzen für sein ganzes Leben eine gründliche Kenntniß des geometrischen Zeichnens ihm gewährt.

Die Figuren zum zweiten Abschnitte, und ein Theil der Figuren zum dritten Abschnitte sind aus „Weinbrenners architektonischem Lehrbuche“, ein anderer Theil derselben sind aus „Burgs geometrischer Zeichenkunst“ genommen, woraus außerdem einige Stellen des Textes benutzt worden sind. Die Blätter, worauf die fünf Säulenordnungen dargestellt sind, sind nach den von Vignola angegebenen Verhältnissen gezeichnet worden, nämlich nach dessen *Regola delli cinque ordini d'architettura*.

Möge es mir gelungen seyn, daß der Text zu diesem Büchlein bei hinlänglicher Vollständigkeit und Deutlichkeit die nöthige Mittelstraße zwischen Weit-  
schweifigkeit und gedrängter Kürze hielte, damit er dem Lehrer genügend und zugleich dem Schüler faß-  
lich genug wäre.

Der Verfasser.

---



# Erster Abschnitt, von Zeichnen - Materialien, geometrischen Vorkenntnissen und vom Tuschen.

---

## Erstes Capitel, von Zeichnen - Materialien und Instrumenten \*).

---

### Bleistift.

§. 1. Zu geometrischen Zeichnungen muß man einen etwas harten Bleistift auswählen, an den man eine sehr feine Spitze schneiden, und damit mehrere Linien ziehen kann, ohne daß sie sogleich stumpf wird, oder abbricht; jedoch muß der Bleistift den Grad von Weichheit haben, daß man damit, ohne stark darauf zu drücken, eine deutliche Linie auf dem Papiere ziehen kann, die sich ohne Schwierigkeit wieder mit Gummi elasticum weglöschen läßt, ohne einen Eindruck auf dem Papiere zurückzulassen.

Es ist rathsam sich beim Zeichnen zweier Bleistifte zu bedienen. An dem einen schneidet man die Spitze in Form eines Meißels, breit und scharf, und zieht damit die geraden Linien, indem man die breite Fläche der Spitze an das Lineal in senkrechter Richtung anlegt. An dem andern Bleistifte macht man die Spitze ganz rund, wie die, einer großen Stecknadel, und zeichnet damit die Durchschnittspunkte und elliptischen Linien aus freier Hand, die sehr häufig bei geometrischen Konstruktionen vorkommen. Mehr als ein Viertel Zoll darf die Spitze nicht vom Holze entblößt werden, sonst bricht sie zu leicht ab. Je schärfer das Messer ist, dessen man sich beim Anspitzen des Bleistiftes bedient, je weniger wird die Spitze dabei abbrachen.

---

\*) Da es wichtig ist, daß das Material zum Zeichnen dem Anfänger nicht unnöthige Schwierigkeiten in den Weg lege, so schien es mir zweckmäßig, das erste Capitel dieses Buchs dazu zu bestimmen, Einiges darüber zu sagen.

Zu freien Handzeichnungen bedient man sich lieber einer stumpferen Spitze und eines weicheeren Bleistiftes.

### Das Gummi elasticum.

§. 2. Man bedient sich desselben, um Bleistiftlinien vom Papiere wegzuwischen, die entweder unrichtig gezogen sind, oder deren man sich als Hülfslinien bedient hatte, und die zur angetuschten Zeichnung nicht mehr nöthig sind. Mit der äußern glatten Seite kann man die Bleistiftlinien nicht wegwischen, diese beschmutzt im Gegentheil mehrentheils das Papier, oder macht dessen Oberfläche rauh und faserig. Die innere Seite oder dessen Seitenflächen muß man nur zu diesen Zweck gebrauchen. Sollte sich beim längern Gebrauch zu viel Bleistift angehängt haben, so kann man das Stück Gummi elasticum dadurch wieder verbessern, wenn man damit auf einem Stücke reinen Papiere einige Male hin und her wischt, oder mit einem scharfen Messer sehr wenig von den Seitenflächen abschneidet. Das Gummi elasticum darf auch nicht öfters naß, oder lange in der warmen schweißigen Hand gehalten werden, weil es sonst das Papier beschmutzt, statt dasselbe zu reinigen. Besonders auf den Stellen der Zeichnung, über welche man tuschen will, darf man damit nicht zu stark ausdrücken, weil sonst die Oberfläche des Papiers zu stark davon aufgerieben wird, und man alsdann keine gleiche Fläche darauf tuschen kann.

Eine fertig getuschte Zeichnung reibt man lieber mit Weißbrode, das ohne Butter gebacken und nicht zu frisch ist, oder mit dem weichen Abfalle von weißem Handschuhleder ab, denn diese Materialien greifen die getuschten Stellen nicht so, als das Gummi elasticum an, nehmen aber den Schmutz vom Bleistifte und Staube sehr gut weg.

### Reißbrett.

§. 3. Das Reißbrett braucht man, um den Bogen, auf den die Zeichnung gemacht werden soll, aufzuspannen oder festzukleben, wovon weiterhin das Nöthige gesagt werden soll. Es muß von sehr trockenem Holze, das eine gleichmäßige Dichtigkeit hat, gemacht werden. Wenigstens die eine Seite des Reißbrettes, auf die man den Papierbogen aufspannen will, muß ganz eben, und ohne alle Keste und Risse seyn, weil man sonst mit dem Zirkel tief hineinfährt, und die Zeichnung dadurch verdirbt. Ausgesuchtes Erlen-, Birken- oder Lindenholz ist dazu brauchbar. Sehr Viele lassen diese Bretter mit einem Falze machen, in dem ein, das ganze Brett umgebender Rahmen paßt, durch den das angefeuchtete Papier, das einen halben



bis ganzen Zoll auf allen vier Seiten größer, als das Brett seyn muß, fest geklemmt werden kann. Zweckmäßiger sind die Reißbretter, welche auf beiden Seiten des Hirnholzes mit Hirnleisten versehen sind, die mit dem Brette eine Fläche bilden, und verhindern, daß sich das Reißbrett wölbt. Diese Art hat vor den Reißbrettern mit Fals und Rahmen den Vorzug der Leichtigkeit und Wohlfeilheit, und erfordert zu einer gleichen Bogengröße etwas weniger Raum, worauf man in öffentlichen Schulen, wo der Raum oft sehr beschränkt ist, wohl Rücksicht nehmen muß, hat dafür aber das Unbequeme, daß man bei jedesmaligen Aufspannen Leim, Kleister oder Gummi nöthig hat; siehe §. 26.

Bei beiden Arten der Reißbretter ist es ein Haupterforderniß, daß alle Winkel des Brettes rechte Winkel sind, damit man sich beim Zeichnen der Reißschiene bedienen kann; deshalb muß man die Winkel desselben, so oft das Reißbrett angequollen oder eingetrocknet ist, wieder vom Tischler berichtigen lassen, ehe man Papier aufspannen und zeichnen will. Um das Verziehen des Reißbrettes so viel als möglich zu verhüten, muß man es weder an einem zu feuchten noch zu warmen Orte aufbewahren, es weder in der Stube an eine äußere Wand angelehnt, noch zu nahe am Ofen, noch dem Sonnenscheine ausgesetzt, stehen lassen. Gleiche Holzarten sind dem abwechselnden Aufschwellen und Eintrocknen auffallend mehr in nördlichen Gegenden ausgesetzt, als in südlichen.

§. 4. Da es dem Schüler nützlicher ist, die gegebenen Vorzeichnungen nach einem größeren Maaßstabe nachzuzeichnen, die Zahl der Schüler und die Größe des Schulzimmers hingegen den Raum für jeden Einzelnen beschränken, so scheint mir die Größe der Reißbretter von 18 Zoll Länge und 14 Zoll Breite und von der Dicke eines reichlichen halben Zolles (Rheinländisch Maaß) die zweckmäßigste zu seyn, noch dazu, da diese Größe sehr gut zu den hier zu Lande gebräuchlichen und wohlfeilsten Sorten Zeichnenpapiers paßt.

### Lineal und Triangel.

§. 5. Das Lineal und der Triangel müssen aus sehr dichten und festen Holze gemacht seyn, am besten eignet sich Ebenholz, Buchsbaumholz, Birnbaum; und Apfelbaumholz dazu. Beide müssen gleiche Dicke haben, ohngefähr  $\frac{1}{2}$  Zoll bis  $\frac{3}{4}$  Zoll Rheinländisch. Sind sie dicker, so wird dadurch das Ziehen der Linien längst ihrer Kanten sehr erschwert, sind sie dünner, so biegen und werfen sie sich leicht, und haben nicht hinlängliche Schwere, um sich beim Ziehen der Linien nicht so leicht zu verrücken, weshalb auch ihre Oberfläche, zwar nicht rauh, aber

auch nicht glatt polirt seyn darf. Die Kanten des Lineals und des Triangels müssen sehr scharf gearbeitet seyn, deshalb taugen solche Sorten poröses Holz nicht dazu, wie Mahagoni, Eichen; und Eschenholz, so fest außerdem diese Holzarten sind. Das Lineal muß die Länge der Diagonale des Reißbrettes haben und  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Zoll breit seyn. Gut ist's, noch ein kürzeres Lineal dabei zu haben, ohngefähr 12 Zoll lang, weil die meisten Linien in den Zeichnungen diese Länge nicht übersteigen, und es sich besser handhaben läßt. Ferner ist es, zwar nicht unumgänglich nothwendig, aber doch besser, wenn beide schmale Seiten des Lineals, längst denen man Linien zieht, genau parallel mit einander sind. Auch darf die eine Kante dieser schmalen Seite nicht abgeschrägt seyn, wie dies bei solchen Linealen gewöhnlich der Fall ist, an denen man mit der Schreibfeder Linien ziehen will.

§. 6. Die Güte des Lineals untersucht man, wenn man ganz dicht an einer Kante desselben eine ganz feine Linie mit der Reißfeder zieht, und dieselbe Kante auf die andre Seite der Linie legt; berührt nun jeder Punkt der Linie auch bei der umgekehrten Lage die Kante des Lineals in jedem Punkte, und ist dies mit jeder andern Kante der Fall, so ist das Lineal gut.

Fig. 1. §. 7. Der Triangel wird gebraucht, um damit ohne vorhergegangene Konstruktion auf einen beliebigen Punkt einer Linie eine andre rechtwinklig, oder auch, mit einer Linie eine andre parallel zu ziehen. Der eine Winkel desselben muß ganz genau ein rechter Winkel seyn. Man überzeugt sich von seiner Genauigkeit, wenn man Fig. 1 die Linie  $a b$  zieht, und bei unverrücktem Lineale den Triangel auf  $A$  legt, alsdann Lineal und Triangel mit der linken Hand fest aneinander und aufs Papier drückt und die Linie  $ce$  zieht. Hebt man nun den Triangel bei unverrücktem Lineale im Punkte  $d$  auf, und bewegt ihn um  $ce$ , wie um eine Axe bis  $d'$ , so wird jeder Punkt der Linie  $ce$  die Cathete  $ce$  in allen Punkten berühren, wenn der rechte Winkel des Triangels  $ecd'$  richtig ist, und  $ce$  wird senkrecht auf  $ab$  stehen. Wird das Lineal an der Linie  $ab$  festgehalten, der Triangel aber längst der Linie  $ab$ , oder längst dem Lineale fortgeschoben, so wird jede, von einem beliebigen Punkte der Linie  $ab$  längst der Kante  $ec$  des Triangels gezogene Linie mit der Linie  $ec$  parallel seyn, und auf  $ab$  senkrecht stehen.

§. 8. Gewöhnlich macht man den Triangel aus einem Stücke Holz oder Brettchen; es ist aber besser, wenn man ihn aus 4 Stücken zusammensetzen läßt, wie Fig. 1 zeigt. Man kann beiden Catheten die Länge von 10 bis 12 Zoll geben lassen, ohne fürchten zu müssen, daß sich der Triangel wirft, was immer der Fall seyn würde, wenn er aus einem Stücke gemacht wäre. Wenn beide Catheten gleich sind, folglich die zwei an;



bern Winkel zwei halbe rechte Winkel sind, so hat man durch einen solchen Triangel manche Erleichterung im Zeichnen. Die Länge jeder Cathete von 8 Zoll ist in den mehresten hier vorkommenden Fällen hinreichend.

### Reißschiene oder Anschlaglineal.

§. 9. Die Reißschiene ist ein Lineal, an dessen einem Ende eine 8 bis 10 Zoll lange und 2 Zoll breite Leiste mit einem Anschlage oder einem Vorsprunge rechtwinklig fest angelegt ist. Man braucht die Reißschiene, um die mit dem Rande des Reißbrettes gleichlaufenden Linien zu ziehen, indem man die Anschlagleiste desselben an den Rand des Reißbrettes anlegt, und an denselben herauf oder herunter nach Belieben schiebt. Sind nun, nicht bloß die Leiste der Reißschiene genau in rechtem Winkel angelegt, (was man mit Hülfe des Triangels sehr leicht untersuchen kann), sondern auch die Seitenflächen des Reißbrettes ganz gerade und im rechten Winkel; so erleichtert dieses Instrument die Arbeit sehr, um horizontale und perpendikuläre Linien darnach zu ziehen. Es ist vortheilhaft, der Reißschiene diese Einrichtung geben zu lassen, daß die Anschlagleiste parallel mit der obern Fläche des Lineals in zwei Theile getheilt ist, von welchen die obere Hälfte bewegbar ist, und mit Hülfe einer Schraube in jede Richtung festgestellt werden kann, denn mit Hülfe dieser bewegbaren Leiste kann man auch parallele Linien ziehen, die mit dem Rande des Reißbrettes nicht parallel gehen. Jeder wird bald inne werden, wo er sich des Anschlaglineals, oder wo er sich des Triangels und des Lineals bedienen soll, um leichter seinen Zweck zu erreichen.

Die Reißschiene muß aus gleichen Holzarten, als der Triangel und das Lineal gemacht werden.

### Reißfeder oder Ziehfeder.

§. 10. Die Reißfeder besteht aus einem 4 Zoll langen messingenen Stiele, an dem zwei  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Zoll lange und  $\frac{3}{4}$  Zoll breite Blätter von gut gehärteten Stahle befestigt sind, die ohne gefahr  $\frac{1}{10}$  Zoll von einander abstehen, nach außen federn, in eine Spitze sich verlieren, und durch eine Schraube zusammen geschraubt werden können. Zwischen diese beiden Blätter füllt man Tusche, und zieht damit Linien von verschiedener Breite, je nachdem man die Blätter mehr oder weniger zusammen schraubt.

§. 11. Soll die Reißfeder ihren Zweck erfüllen, so müssen beide Blätter von ganz gleicher Länge und nach der Spitze zu, die eine geringe Breite behalten muß, scharf zugeschliffen

seyn, indessen darf sie bei gelindem Drucke nicht ins Papier einschneiden. Sind die Blätter nicht von dem härtesten und feinsten Stahle, so legt sich die Spitze derselben sehr bald um, und man kann damit keine scharfen, feinen Linien mehr ziehen. Es ist rathsamer, solche Reißfedern, deren Blätter durch nochmaliges Härten nicht verbessert werden können, und von Eisen, statt von gutem Stahle gemacht sind, lieber zu verwerfen, denn schleift man auch eine neue Spitze daran, so ist dieselbe nach wenigen, damit gezogenen, Linien doch wieder verdorben. Sehr häufig findet man dergleichen Reißfedern in fabrikmäßig gemachten Reißzeugen, vor denen man Jeden warnen muß. Wenn die Blätter zusammengeschraubt sind, so dürfen sie sich nur in der äußersten Spitze berühren. Berühren sich die Blätter auch oberhalb der Spitze, so fließt die Tusche beim Ziehen der Linien nicht nach, ist aber der Raum zu weit, so fließt mehr Tusche, als seyn soll, heraus, und befleckt die Zeichnung. Um dergleichen Flecke beim Ziehen der Linien zu vermeiden, muß man ferner die äußern Seiten der Reißfedern jedesmal vorher ganz rein abwischen, und dieselbe in fast senkrechter unveränderter Richtung halten. Nach dem Gebrauche muß man die Reißfeder sogleich inwendig und auswendig ganz rein abwischen, sonst trocknet die Tusche an, die Stahlblätter rosten inwendig, und man hat viele Mühe, sie wieder so in Stand zu setzen, daß man feine und scharfe Linien damit ziehen kann. Des Reinigens und Ausschleifens wegen ist es gut, wenn das eine Stahlblatt der Reißfeder ein Scharnier hat, wodurch man es ganz weit aufbiegen, und auch die inneren Seiten der Stahlblätter wieder glatt schleifen kann. Selbst bei guten Reißfedern trifft es sich, daß, wenn in der Papiermasse viele feine Sandtheilchen sich befinden, die Spitze sich ein wenig umlegt, oder Papierfasern dieselbe verstopfen, und durch beides das Nachfließen der Tusche beim Ziehen der Linien gehindert wird. Durch ein leichtes Mittel kann man sich alsdann helfen. Man zieht eine breite Messerklinge aus sehr gutem Stahl einigemal auf beiden Seiten, auf einem mit feinem Sande bestreuten Brette, in einer solchen Richtung hin, daß quer über die Klinge feine Risse entstehen, alsdann steckt man die Schneide des Messers  $\frac{1}{2}$  Zoll tief zwischen die Blätter der Reißfeder, drückt dieselben ein wenig fest, und zieht das Messer mehreremal hin und her. Durch die feinen Risse der Messerklinge werden alle Fasern und der sich angelegte Grath abgerieben, und die Reißfeder zieht wieder feine und scharfe Linien.

### Zirkel. 1) Handzirkel. 2) Stützirkel.

§. 12. Den Handzirkel gebraucht man, um die Entfernung zweier Punkte zu messen, oder die in der Vorzeichnung



gegebenen Größen in die Zeichnung überzutragen. Die Schenkel des Zirkels sind oben von Messing, die Spitzen von Stahl, und müssen sich, zugemacht, in eine gemeinschaftliche feine Spitze verlieren. Ist der Stahl zu den Spitzen nicht gut gehärtet, so legen sie sich leicht um. Das Gewinde im Kopfe des Zirkels muß sehr genau gearbeitet seyn, damit man die Schenkel desselben bequem auf- und zumachen kann; diese müssen aber im Gewinde so fest auf einander gedrängt seyn, daß sie ihre Oeffnung und Stellung nicht durch eigne Schwere, sondern erst nach einem gelinden Drucke verändern können. Besser und dauerhafter sind die Zirkel, bei denen sich im Gewinde Messing und Stahl an einander reibt, und dasselbe durch eine angebrachte Schraube mit einem Zirkelschlüssel fester oder lockerer gestellt werden kann.

Beim Gebrauch muß man den Zirkel nahe am Kopf anfassen, damit man nicht so leicht das genommene Maas verrückt, und beim Abtragen des Maasses müssen seine Schenkel mehr eine schräge, von dem Körper abgewendete Lage haben, als eine senkrechte, damit die Punkte mehr ins Papier leicht eingedrückt, als eingestochen werden.

§. 13. Der Stückzirkel unterscheidet sich von dem Handzirkel nur dadurch, daß man eine seiner Spitzen ausschrauben, und statt derselben eine Bleistifthülse oder eine Ziehfeder einschrauben kann, um mit Bleistift oder Tusche Kreise zu beschreiben. Sowohl die Bleistifthülse, als die Ziehfeder, müssen Gelenke haben, damit man denselben bei größern Kreisen eine senkrechte Richtung gegen das Papier geben kann. Im Uebrigen gilt alles, was vom Handzirkel gesagt worden ist, auch vom Stückzirkel.

### P i n s e l.

§. 14. Es giebt vielerlei Pinsel in Hinsicht ihrer Form, Größe, und der Biegsamkeit oder Schnellkraft der dazu gebrauchten Haare, je nachdem die Beschaffenheit oder Größe der zu überstreichenden Fläche, oder je nachdem die Flüssigkeit oder die Zähigkeit des zum Ueberstreichen anzuwendenden Materials es erheischt. Die zu geometrischen Zeichnungen nöthigen Pinsel werden unter den Namen Haarpinsel oder Tuschpinsel verkauft, und nur von dieser Art Pinsel will ich das Nöthigste hier sagen. Nicht jeder Pinsel ist zu geometrischen Zeichnungen brauchbar, der zum Kauf bei Kunsthändlern angeboten wird. Ein schlechter Pinsel erschwert die Arbeit nicht nur, sondern macht es selbst dem geübten Zeichner unmöglich, verschiedene schwierige Aufgaben gut auszuführen. Man muß deshalb den zu gebrauchenden Pinsel sorgfältig auswählen, in:

dem man denselben einige Sekunden in reinem Wasser hin und her bewegt, bis er sich ganz voll Wasser gesogen hat, und ihn alsdann auf dem Rande des Wasserglases nur so viel abstreichen, bis das überflüssige Wasser ausgedrückt ist, und die Haarspitzen sich in eine gemeinschaftliche feine Spitze vereinigen. Hält man darauf den Pinsel in einer mehr schrägen als senkrechten Richtung gegen den Nagel des Daumen und drückt und biegt die Pinselspitze nach verschiedenen Seiten, und es haben die Haare des Pinsels alsdann noch so viel Schnellkraft, daß der Pinsel jedesmal seine feine Spitze wiederbekommt, so bald man mit dem Drucke nachläßt, so ist der Pinsel gut. Theilt sich aber seine Spitze bei dieser Operation in zwei oder mehrere einzelne Spitzen, die sich zwar zuweilen auf kurze Zeit vereinigen, vorzüglich alsdann, wenn der Pinsel anfängt trocken zu werden, aber wenn er wieder etwas Wasser ansaugt, sich wieder trennen, so taugt ein solcher Pinsel nicht um geometrische Zeichnungen damit zu machen, man kann ihn nur zum Einfüllen der Tusche in die Reißfeder gebrauchen.

§. 15. Drückt man das Wasser aus dem Pinsel mit den Fingern so aus, daß seine Spitze etwas breit, wie bei einem Meißel, wird; so müssen bei einem guten Pinsel alsdann die Haare ganz dicht und gleichmäßig neben einander zu liegen kommen und sich in eine Schärfe verlieren, wenn man dieses Breitedrücken der Spitze auch von mehreren Seiten versucht. Die Pinselhaare müssen aber so viel Elasticität haben, daß die scharfe Spitze jedesmal ihre gerade Richtung wieder erhält, wenn man mit dem Druck auf den Nagel nachläßt. Um der Zeichnung die letzte Vollendung zu geben, muß man den Pinsel die eben beschriebene Form, und den geringen Grad von Feuchtigkeit geben, weshalb man auch diese Probe mit ihm anstellen muß. In dem Kapitel „über das Tuschen“ wird das Weitere darüber vorkommen.

§. 16. Viele Tuschpinsel haben auch diesen Fehler, daß ihre Haare nicht Elasticität genug haben, und daß ihre Spitze nach einem Drucke auf den Nagel gekrümmt bleibt, wenn sie auch genugsam Wasser angesogen haben. Ein geübter Zeichner kann sich zwar in Ermangelung besserer Pinsel auch mit solchen nicht elastischen behelfen, indeß ist es besser, man wählt nicht dergleichen Pinsel mit zu weichen Haaren aus.

§. 17. Oft steht bei außerdem tadelnfreien Pinseln an der Spitze derselben ein einziges Haar zu weit vor, welches beim Austuschen kleiner Schattenräume sehr hindert. Es ist besser, wenn man dieses Haar mit einem scharfen Federmesser abschneidet, indem man den angefeuchteten und zugespitzten Pinsel auf weißes Papier legt, und dem Messer eine schräge Richtung dabei giebt, als wenn man es mit der Scheere abschneiden will, mit



der man sehr leicht zu viel abschneidet, und die Spitze verdirbt. Auch kann man dieses einzelne vorstehende Haar abbrennen, indem man den feucht zuespitzten Pinsel so viel dem untersten Theile der Lichtflamme nähert, bis sich dieses Haar zu krümmen anfängt. Manche versuchen bei der Auswahl die Güte des Pinsels, indem sie denselben in dem Munde mit Speichel befeuchten, und im Herausziehen mit den Lippen spitzzen; allein dies ist keine zuverlässige Probe, da der Speichel zu viel Klebriches mit sich führt.

§. 18. Ist die Auswahl geschehen, so muß man zwei Pinsel, von denen der eine zur Tusche, der andere zum reinen Wasser gebraucht wird, an einen Pinselstock so fest anstecken, daß sie nur mit einiger Kraftanstrengung wieder abgenommen werden können, damit nicht während der Arbeit der eine oder der andere Pinsel vom Pinselstocke abfallen, und die Zeichnung bestechen kann. Der Pinselstock muß deshalb so weit als möglich in den Federkiel eingesteckt seyn, und sich durchgehends an ihn anschließen. Ehe man den Federkiel ansteckt, ist es gut, ihn einige Minuten im Munde oder in heißem Wasser zu halten, wodurch er weich und geschmeidig wird, sich leicht und fest an den Pinselstock anschließt, ohne so leicht zu plagen. Die Länge des Pinselstockes und beider Pinsel zusammen, muß ohngefähr 8 bis 10 Zoll betragen.

§. 19. Um den Pinsel gut zu erhalten und lange brauchen zu können, muß man ihn nie lange Zeit in Wasser stehen lassen, die Haare verlieren dadurch viel von ihrer Schnellkraft und der Kiel platzt leicht auf. Ferner muß man jedesmal den Pinsel recht rein ausspühlen, das Wasser ausdrücken, alle Haare in eine gemeinschaftliche feine Spitze vereinigen, und ihn während des Trocknens an einem Orte aufbewahren, wo die Spitze nicht gekrümmt werden kann. Spült man den Pinsel nach dem Gebrauche nicht recht rein wieder aus, so zieht sich die Tusche bis in den Bund, trocknet daselbst fest, und mit Schwierigkeit kann man den Pinsel wieder so rein bekommen, daß man damit ohne Flecke eine etwas große Fläche mit blasser Tusche anstreichen könnte.

§. 20. Bei den kleinsten Pinseln, die man zu geometrischen Zeichnungen auswählen kann, müssen wenigstens  $\frac{1}{2}$  Zoll die Haare aus dem Kiele herausstehen, und der Kiel muß am Bunde zwischen  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{2}$  Zoll dick seyn. Weiterhin wird mehr darüber gesagt werden.

### Die Tusche.

§. 21. Zu den Umrissen der geometrischen Zeichnungen und um die dabei vorkommenden Schattenseiten auszudrücken, bedient man sich vorzugsweise der schwarzen Tusche. Die beste

kommt aus China und wird häufig nach Europa gebracht, so daß es nicht schwierig und kostbar ist, sich davon zu verschaffen. Größe, Form und Bezeichnung derselben ist sehr verschieden, auch wird sie häufig in andern Ländern so nachgemacht, daß es schwierig ist, ein äußeres sicheres Kennzeichen anzugeben. Die vorzüglichste Sorte der chinesischen Tusche, ist die sogenannte Braminentusche; mehrentheils ist dieselbe mit Goldblättchen überzogen, ist auf dem Bruche oder dem getrockneten Ende goldglänzend, auf der Haut mit etwas Wasser gerieben, löst sie sich leicht von der Tuschtasel ab, ohne daß man nur etwas Sandiges oder Körniges empfinden kann, riecht dabei stark nach Moschus und fällt ins Bräunliche. Wegen ihrer außerordentlichen Theilbarkeit und der großen Feinheit ihrer Farbentheile dringt sie in die Zwischenräume des Papiers sehr tief ein, läßt sich sehr leicht auf gutgeleimtem Papiere ohne Flecke gleich streichen, und giebt einen sehr durchsichtigen Ton. Zuweilen bekommt man Tusche zu Kauf, die nicht chinesisches Fabrikat ist, aber diesem an Güte sehr nahe kommt. Man untersuche ihre Brauchbarkeit auf diese Weise: kann man nämlich eine, der Größe des Pinsels angemessene, große Fläche, auf gut geleimtem Papiere ohne Flecke streichen, und die Farbentheile der Tusche ziehen sich in die Zwischenräume des Papiers so tief ein, daß man 1) gar nicht, oder doch sehr wenig mit einem Waschschwamme diese Fläche heller waschen kann, 2) kann man den Uebergang aus dem Dunkeln ins Helle ohne Flecke darstellen, und 3) lassen die mit der Reißfeder und dunkler Tusche gezogenen Linien nicht aus, wenn man auch darüber tuscht, so ist die Tusche gut und brauchbar, wenn sie auch nicht aus China zu uns gekommen ist.

§. 22. Wenn man von der Tuschtasel Farbe zum Gebrauch abreiben will, so muß man auf eine sehr fein matt geschliffene Glastafel einige Tropfen Wasser thun, und darauf so lange mit der Tuschtasel hin- und herreiben, bis sich genug Farbe abgelöst hat; diese muß man alsdann mit Hülfe eines Pinsels und Zusatzes von Wasser in ein Tuschnäpfchen thun. Wenn man keine matt geschliffene Glastafel in den Spiegelniederlagen zum Kauf bekommen kann, so braucht man nur auf einem Stücke Spiegelglas feine Schmergelerde mit einem Farbenreiber so lange darauf, wie eine Farbe, zu reiben, bis die ganze Tafel eine feine matte Oberfläche bekommen hat. In Ermangelung einer Glastafel kann man auch auf der innern nachgemachten Seite eines Fingers so viel Farbe von der Tuschtasel ablösen, und von da ins Farbenäpfchen mit einem Pinsel abspülen, als man jedesmal zu brauchen gedenkt, denn die menschliche Haut eignet sich vorzüglich dazu, die Farbe von der Tuschtasel leicht und doch sehr fein abzulösen. Auf ganz glatten Oberflächen,



wie die von Fensterglas und Porzellan, löst sich Tusche nicht so gut ab. Auf glasierten Gefäßen, selbst auf Steingut, sind oftmals scharfe Theile eingebrannt, die während des Reibens kleine Stückchen von der Tuschtasel abreißen, welche dann beim Tuschen Flecke machen.

§. 23. Man muß nie die Tuschtasel ins Wasser tauchen, und mit den daran hängenden Tropfen Farbe abreiben, denn so weit die Tuschtasel eingetaucht worden ist, bekommt sie feine Risse, die sich vergrößern, wenn dies öfters geschieht, bis nach einiger Zeit die Tasel in kleine Stücke zerfällt. Deshalb muß man die Tuschtasel jedesmal trocken wischen, wenn man Farbe davon abgerieben hat. Ferner darf man auch nicht mehr davon ablösen, als man jedesmal zu brauchen gedenkt, denn die im Tuschnäpfschen eingetrocknete und wieder aufgelöste Tusche ist nicht mehr brauchbar, um zarte Töne damit zu streichen; zu den dunklern Tönen löst sie sich zu leicht vom Papiere ab, und läßt sich schwerer gleich streichen.

### Das Tuschnäpfschen.

§. 24. Wie viel ein solches Geschirr mit mehreren Tuschnäpfschen das Tuschen erleichtert, wird weiterhin gezeigt werden. Hier will ich nur über seine Form und Beschaffenheit das Nöthigste angeben. Fig. 2 ist eine Abbildung des ganzen Geschirrs mit 8 Tuschnäpfschen, und Fig. 3 ist der Durchschnitt eines Tuschnäpfschens in der wahren Größe. Zu den mehresten Zeichnungen, die auch etwas größer sind, als die hiezu gehörenden Kupfer, ist es hinlänglich, die Weite der Oeffnung eines Tuschnäpfschens  $1\frac{1}{2}$  Zoll und seine Tiefe 1 Zoll machen zu lassen. Zu solchen Zeichnungen, bei denen Flächen von einer Bogengröße zu übertuschen vorkommen, ist es bequemer, sie 2 Zoll breit und  $1\frac{1}{2}$  Zoll tief, alsdann aber nicht 8 Näpfschen, sondern nur 4 Stück neben einander, und dafür lieber zwei dergleichen sich machen zu lassen. Die eigne Erfahrung würde Jeden bald überzeugen, daß dies besser ist. Es ist ferner zweckmäßig, wenn die Näpfschen in der obern Hälfte die Form eines Cylinders, in der untern die Form einer hohlen halben Kugel haben, und der Rand des Näpfschens so scharfkantig als möglich ist. Dadurch kann man sehr leicht den Pinsel abstreichen, und bestimmen, wie viel Tusche im Pinsel zurückbleiben soll, was um so wichtiger ist, da das Gelingen eines getuschten Ueberganges zum Theil von der Geschwindigkeit abhängt. Diese Näpfschen in der Entfernung von  $\frac{1}{2}$  Zoll von einander, gewähren außer ihrer Ersparung des Raums, den Vortheil, daß der Zeichner wegen ihrer Form und Schwere nicht so leicht der Gefahr ausgesetzt ist, durch Umstoßen derselben seine Zeichnung zu

Fig. 2.

verderben. Jeder Töpfer kann leicht dergleichen Tuschnäpfschen machen, man muß es ihm aber zur Bedingung machen, daß er dieselben sehr glatt und mit der möglichst feinsten weißen Glasur überzieht.

## P a p i e r.

§. 25. Zu den ersten Versuchen, bei denen der Schüler sich üben will, Linien mit der Reißfeder am Lineal und mit dem Stückzirkel zu ziehen, oder die im zweiten Kapitel angegebenen geometrischen Figuren zu zeichnen, kann fast jedes Schreibpapier gebraucht werden, dessen Oberfläche nicht zu rauh, nicht voll Knoten und Flecke ist, oder kein zu grobes Korn hat. Wenn aber der Schüler Zeichnungen machen will, die ein gefälligeres Aussehen haben, und deren Schattenflächen mit Pinsel und Tusche ausgeführt werden sollen, alsdann ist es nicht gleichviel, welche Sorte Papier er auswählt, wenn ihm nicht ohne Noth seine Arbeit schwieriger gemacht werden soll. Gutes Papier muß weiß, von feiner Masse, und nicht dünn seyn, gegen das Licht gesehen, muß es gleich dick seyn, keine Knoten und Unreinigkeiten in der Papiermasse haben, mit einem Waschschwamm auf beiden Seiten angefeuchtet, muß es nicht an einer Stelle mehr, an der andern weniger das Wasser einsaugen, sondern beide Seiten müssen durch das gleichmäßig aufgestrichene Wasser einen eben so gleichmäßigen Glanz bekommen und denselben gleichzeitig wieder verlieren, sich dabei auch gleichmäßig ausdehnen, und keine Stockflecke sichtbar werden lassen, die man, so lange das Papier nicht angefeuchtet ist, oft kaum bemerkt, aber beim Ubertuschen die Tusche anders anziehen, und dunklere oder hellere Flecke in der Zeichnung verursachen. Je weniger das Papier von den ebengenannten Fehlern an sich hat, desto besser ist es.

§. 26. Zu den Bemerkungen über Instrumente und Zeichenmaterial will ich noch einige über das Aufspannen des Papiers hinzufügen.

Das Papier hat die Eigenschaft, daß es sich ausdehnt, wenn es feucht gemacht wird, und sich eben so viel wieder zusammenzieht, wenn es trocknet. Klebt man nun das Papier, so lange es feucht und ausgedehnt ist, an den Rändern auf ein ganz glattes Reißbrett fest, so verlieren sich nach und nach alle Ungleichheiten seiner Oberfläche, die es im trocknen Zustande hatte, und angefeuchtet noch mehr bekam, und es bekommt, wenn es wieder ganz trocken ist, eine schöne, glatte Oberfläche. Dieses Anfeuchten des Papiers und Aufkleben oder Festkleben seiner Ränder, um denselben eine ebene glatte Oberfläche zu geben, nennt man **Aufspannen**.



Wenn man das Papier anfeuchtet oder darauf tuscht, ohne es vorher aufgespannt zu haben, so bekommt es seine ebene Fläche nicht wieder, wenn es auch trocken geworden ist, und alle Ungleichheiten seiner Oberfläche, die man auf der Rückseite einer Zeichnung noch deutlicher bemerkt, scheinen mit zur Zeichnung zu gehören, und verunstalten dieselbe. Doch nicht nur deshalb ist das Aufspannen nothwendig, weil eine Zeichnung nur auf einer ebenen Fläche so erscheint, als sie erscheinen soll, sondern auch, weil man bis zur gänzlichen Vollendung einer Zeichnung oftmals eine Fläche mehrere Male übertuschen muß, und sich auf einer ungleichen Fläche die Tusche nicht gleichmäßig vertheilen läßt.

§. 27. Bei den mehresten Papierbogen ist es rathsam, vor dem Aufspannen den äußern dickern und ungleichen Rand wegzuschneiden, vorzüglich, wenn man sich eines Reißbrettes mit Falz und Rahmen bedienen will, denn bei diesen hindert der ungleiche Papierrand, daß das Papier gleichmäßig durch den Rahmen in den Falz eingeklemmt werden kann, und verursacht, daß sich der Bogen nachher an einigen Stellen stärker zusammenziehen kann, und keine ganz gleiche Oberfläche bekommt. Beim Anfeuchten des Papiers muß man es mit einem verhältnißmäßig großen, nicht zu nassen Waschschwamme, Strich an Strich, ohne eine Stelle unbefeuchtet zu lassen, ganz gleichmäßig überfahren, damit nicht eine Stelle mehr, die andere weniger sich ausdehnt. Ist das Papier sehr dick, so ist es besser, dasselbe auf beiden Seiten gleichmäßig anzufeuchten, denn beim Anfeuchten der einen Seite läuft es krumm, rollt sich zusammen und läßt sich nicht gut handhaben. Dünneres Papier muß man weniger und nur auf einer Seite anfeuchten, sonst dehnt es sich zuviel aus. Sowohl das dicke als das dünne Papier muß nur soviel angefeuchtet seyn, daß es seine Elasticität verloren hat, und, (wie man diesen Grad der Feuchtigkeit beim Papiere zu bezeichnen pflegt) daß das Papier welk worden ist. Wird es stärker angefeuchtet, so dehnt es sich zuviel aus, und zieht sich nachher wieder so stark zusammen, daß es am festgeklebten Rande, zuweilen auch mitten durch zerreißt, und wenn dies auch nicht geschieht, so wirft sich die Zeichnung, wenn sie, als vollendet, abgeschnitten wird.

§. 28. Das auf die beschriebene Weise angefeuchtete Papier biegt man rund herum einen halben Zoll breit um, und klebt mit Hülfe eines kleinen Vorstpinsels und nicht zu dick gekochtem Tischlerleim, oder Kleister, oder Gummi, oder Wundleim diesen umgebogenen Papierrand auf die glatteste Seite des Reißbrettes, legt einen Papierstreifen jedesmal auf die anzuklebende Stelle, und drückt mit dem Nagel oder mit einem Falzbein den Papierrand recht dicht ans Reißbrett fest. Wenn auch in

der Mitte des Papierbogens sich noch beträchtliche Ungleichheiten befinden, wenn aber nur der aufgeklebte Rand überall glatt anliegt, so kann man unbesorgt seyn, der Bogen zieht sich doch glatt, wenn er erst ganz trocken ist. Es ist nicht einmal gut, diese Ungleichheiten durch Anziehen des Papierrandes während des Aufklebens wegschaffen zu wollen, denn man würde leicht den früher erwähnten Nachtheilen des zu stark ausgedehnten Papiers unterworfen seyn.

Bei warmer und trockner Luft trocknet oft der Bogen wieder und zieht sich glatt, ehe man seinen Rand rund herum fest geklebt hat; man braucht alsdann aber nur den Papierbogen auf der obern Seite in der Mitte etwas mit dem Schwamme wieder anzufeuchten, nur muß man sich dabei hüten, den schon aufgeklebten, und noch aufzuklebenden Rand zugleich mit anzufeuchten. Wenn man mit Kleister, der weit langsamer als Leim und Gummi trocknet, den Rand anklebt, so trocknet fast immer das Papier früher und zieht sich glatt, ehe noch der Rand festgetrocknet ist, weshalb der aufgespannte Bogen an mehreren Stellen abspringt, und von neuem aufgeklebt werden muß. Durch ein mehrmaliges Anfeuchten der Mitte des Bogens, kann man aber das Wiederabspringen verhüten, oder auch dadurch, daß man ein auf beiden Seiten angefeuchtetes, reines, starkes Papier auf den aufgespannten Bogen legt, das aber um so viel kleiner seyn muß, als die aufgeklebten Ränder betragen, damit diese unbedeckt bleiben, und trocken werden können, ehe noch der mittlere Raum des Bogens getrocknet ist.

§. 29. Man kann es leicht versehen, daß beim Aufkleben des Randes etwas Leim oder Kleister unter den Bogen dringt, und man nachher mehr, als der Rand beträgt, von der fertigen Zeichnung abschneiden muß. Um dies zu verhüten, ist es besser, wenn man, statt den Papierrand aufzukleben, lieber 2 Zoll breite und ohngefähr 8 Zoll lange Papierstreifen mit Leim oder Kleister bestreicht, und diese  $\frac{1}{2}$  Zoll breit auf den aufzuspannenden Bogen und  $\frac{1}{2}$  Zoll breit auf das Reißbrett festklebt.



## Zweites Capitel, Geometrische Vorkenntnisse \*).

---

§. 30. Ein geometrischer Körper ist nach allen Seiten hin ausgedehnt; die äußersten Grenzen desselben heißen Oberflächen, die Grenzen der Oberflächen heißen Linien, die Grenzen der Linien heißen Punkte. Ein Punkt hat keine Größe und keine Theile. Eine Linie ist nur lang, aber weder breit noch dick. Eine Oberfläche hat Länge und Breite, aber keine Dicke.

§. 31. Beim Zeichnen muß man zwar sowohl dem Punkte als auch der Linie eine Breite geben, weil sonst beide ohnedies nicht sichtbar seyn würden, aber man muß sie beide soviel als möglich der in der Geometrie gegebenen Erklärung entsprechend zeichnen, das heißt, man muß die Punkte und Linien so fein zeichnen, daß sie zwar deutlich gesehen werden können, aber durch ihre Breite keine Ungewißheit in der Größe der Grenzen, die sie bezeichnen sollen, veranlassen. Bei Zeichnungen in einem größeren Maasstabe kann man sich deshalb auch breiterer Linien bedienen. Punktirte Linien, die man hauptsächlich zu Konstruktionslinien und zu einigen anderen Zwecken gebraucht, müssen mit Punkten, oder besser noch, mit ganz kleinen Strichen, die gleich lang sind, und gleich große Zwischenräume haben, so fein gezeichnet werden, daß man sie auf den ersten Anblick leicht von den ausgezogenen Linien, mit welchen man die Grenzen einer Figur oder eines Körpers bezeichnet, unterscheiden kann.

§. 32. Was eine gerade und was eine krumme Linie ist, ist Jedem bekannt. Eine horizontale oder wagerechte Linie ist diejenige, die dieselbe Richtung als der Horizont, oder die Grenze zwischen Himmel und Meer, oder ein in Ruhe liegender Wagebalken hat. Eine senkrechte oder perpendikuläre Linie ist diejenige, die dieselbe Richtung, als ein stillstehender Perpendikel an der Uhr, oder als der Faden eines freihängenden

---

\*) Da ein schon empfangener Unterricht in der Geometrie vorausgesetzt wird, so ist in diesem Capitel nur ganz kurz angegeben worden, was der Schüler aus der Geometrie wissen müsse, um die Aufgaben der geometrischen Zeichenlehre zeichnen zu können. Alle Beweise sind auch deshalb weggelassen, indem jeder Lehrer leicht seinen Schülern diese mündlich geben kann, im Fall dieses in den Geometrie-Lehrstunden nicht schon geschehen ist.

Senkbleis hat, daher die Benennung dieser beiden Linien. Zwei oder mehrere in einer Ebene gezogene gerade Linien, die niemals zusammen laufen, man mag sie nach beiden Seiten verlängern wie man will, nennt man gleichlaufende oder parallele Linien. Linien, die weder eine horizontale, noch eine senkrechte Richtung haben, nennt man schrägliegende oder diagonale Linien.

Fig. 4.

§. 33. Wenn zwei Linien ab und cd sich in einem Punkte c schneiden, so heißt die Neigung dieser beiden Linien ein ebener Winkel, und die Linien ac und dc heißen die Schenkel des Winkels. Die Linien ac und dc sind stärker gegen einander geneigt, als ac und ec. Je stärker sich die Linien gegen einander neigen, je kleiner ist der Winkel. Die Größe des Winkels hängt also nicht von der Länge der Schenkel, sondern von ihrer Richtung ab. Man nennt den Winkel eca größer, als den Winkel dca, weil ec weniger als dc gegen ac geneigt ist. Wenn aber eine Linie fc eine solche Richtung gegen eine andre Linie ab hat, daß die beiden Nebenwinkel acf und bcf einander ganz gleich sind, so nennt man diese beiden Winkel „rechte“ und sagt: „die Linie fc stehe rechtwinklig oder auch senkrecht auf der Linie ab“, die Lage und Richtung der Linie ab in der Zeichnung sey, welche sie wolle. Ein Winkel der kleiner ist, als ein rechter, z. B.  $\angle acd$  oder  $\angle ace$ , heißt ein spitzer, und der größer ist, als ein rechter, z. B.  $\angle gca$ , heißt ein stumpfer Winkel. Horizontale und perpendikuläre Linien schneiden sich nur in rechten Winkeln.

§. 34. Das Blatt, auf das man zeichnet, muß man sich immer als gerade vor das Auge aufgerichtet, vorstellen, so, daß der obere und untere Rand des Blattes oder des Reißbrettes (auf welches das Blatt aufgespannt ist) mit dem Horizonte gleiche Richtung hat, und die beiden Seitenränder desselben die nämliche Richtung bekommen, die der Faden eines Senkbleies haben würde. Alle Linien auf der Zeichnung, die mit dem obern und untern Rande des Reißbrettes gleichlaufend sind, heißen deshalb horizontale, und die mit den Seitenrändern gleichlaufenden, heißen senkrechte Linien, und stellen diejenigen Linien dar, welche in der Natur an dem abgezeichneten Gegenstande horizontal und perpendikular sind. Wie horizontale, perpendikuläre und parallele Linien mit Hülfe der Reißschiene gezeichnet, ferner wie Linien auf andere, mit Hülfe des Lineals und Triangels senkrecht gestellt werden sollen, ist im §. 7 und §. 9 bereits angegeben worden.

Wenn auch die angegebene Weise zu geometrischen Zeichnungen genügend ist, so ist es doch notwendig zu wissen, wie eine Linie nach den Regeln der Geometrie konstruirt werden muß, die eine rechtwinklige oder senkrechte Richtung gegen eine an-



dere Linie bekommen soll, und sollte es nur zu dem Zwecke seyn, um von Zeit zu Zeit die Richtigkeit der Reißschiene und des Triangelns untersuchen zu können, wie dies in der zweiten Aufgabe angezeigt werden soll.

§. 35. Eine Ebene ist eine Fläche, in der nach allen Richtungen gerade Linien gezogen werden können, man mag diese verlängern, wie man will. Eine Ebene muß man sich als unbegrenzt denken. Eine auf allen Seiten begrenzte Ebene nennt man eine ebene Figur, die Grenzen können aus krummen oder aus geraden Linien bestehen, oder aus beiden zusammengesetzt seyn. Man nennt diese Grenzen den Umfang oder den Umkreis der Figur, die einzelnen Theile des Umfangs heißen Seiten der Figur.

§. 36. Eine ebene Figur, die von drei geraden Linien eingeschlossen ist, heißt ein Dreieck. Man unterscheidet die Dreiecke nach ihren Seiten, und nach ihren Winkeln. Ein Dreieck, dessen Seiten gleich groß sind, heißt ein gleichseitiges Dreieck. Ein Dreieck mit zwei gleich großen Seiten, heißt ein gleichschenkliges, die beiden gleichen Seiten heißen Schenkel, und die dritte Seite heißt die Basis. Sind alle drei Seiten von verschiedener Größe, so nennt man dieses ein ungleichseitiges Dreieck.

§. 37. Die drei Winkel eines jeden Dreiecks machen zusammen zwei rechte Winkel aus. Wenn ein Winkel in einem Dreiecke ein stumpfer ist, folglich die zwei andern spitze Winkel sind, so heißt dasselbe ein stumpfwinkliges Dreieck. Ist einer der drei Winkel ein rechter Winkel, so heißt es ein rechtwinkliges, sind alle drei Winkel spitz, so nennt man es ein spitzwinkliges Dreieck.

### Erste Aufgabe.

Ein ungleichseitiges Dreieck zu konstruiren.

§. 38. Wenn die Länge jeder Seite gegeben ist, so ziehe man, gleichviel welche Seite zuerst, z. B. die gegebene Linie  $ab$ , fasse darauf  $bc$  in den Zirkel, beschreibe damit von  $b$  aus einen Bogen, nehme alsdann die dritte Seite  $ca$  in den Zirkel, und beschreibe damit von  $a$  aus einen Bogen, der den andern Bogen im Punkte  $c$  schneiden wird. Die Vereinigung der Punkte  $a$ ,  $c$  und  $b$  durch Linien, giebt das verlangte Dreieck.

Fig. 8.

§. 39. Um ein Dreieck konstruiren zu können, müssen von den dazu gegebenen Linien zwei Linien zusammen länger seyn, als die dritte. Die Verfahrensart, wenn man ein gleichseitiges oder gleichschenkliges Dreieck konstruiren soll, bleibt dieselbe, als die im §. 38 angegebene.

## Zweite Aufgabe.

Auf einen gegebenen Punkt  $c$  einer Linie  $ab$ , eine andere Linie rechtwinklig oder senkrecht zu ziehen.

Fig. 5 A.

§. 40. Man öffne den Zirkel beliebig von  $c$  nach  $a$ , mache  $ca = cb$ , öffne den Zirkel noch mehr, und beschreibe oberhalb des Punktes  $c$  mit derselben Oeffnung des Zirkels von  $b$  und von  $a$  aus zwei Bogen, die sich in dem Punkte  $d$  schneiden werden. Vereinigt man nun die Punkte  $d$  und  $c$  durch die Linie  $dc$ , so ist  $dc$  die gesuchte Perpendikularlinie.

§. 41. Will man von einem gegebenen Punkte  $d$  außerhalb der Linie  $ab$  eine Perpendikularlinie auf  $ab$  ziehen, so gebe man dem Zirkel eine beliebige Oeffnung, und beschreibe von  $d$  aus einen Bogen, der  $ab$  in den Punkten  $a$  und  $b$  schneidet. Alsdann beschreibe man mit derselben, oder einer andern beliebigen, aber angemessen großen Oeffnung des Zirkels auf der andern Seite der Linie  $ab$  aus dem Punkte  $a$  und dann aus dem Punkte  $b$  Bogen, die sich im Punkte  $e$  schneiden werden. Vereinigt man alsdann die Punkte  $d$  und  $e$  durch die Linie  $de$ , so ist  $de$  die gesuchte senkrechte Linie.

§. 42. Dieselbe Konstruktion gebraucht man auch, um eine gegebene Linie  $ab$  in zwei gleiche Theile zu theilen, denn der gefundene Durchschnittspunkt  $c$  ist auch die Mitte der Linie  $ab$ .

Fig. 5 B.

§. 43. Wenn auf den Endpunkt  $f$  der Linie  $kf$  eine senkrechte Linie gezogen werden soll, so nehme man außerhalb der Linie einen Punkt  $g$  willkürlich an, öffne den Zirkel von  $g$  bis  $f$  und beschreibe einen Bogen so weit, daß er die Linie  $kf$  im Punkte  $k$  schneidet, und durch eine, durch  $k$  und  $g$  gezogene und verlängerte Linie in  $h$  geschnitten wird. Vereinigt man darauf  $h$  und  $f$ , so ist die Linie  $hf$  die gesuchte senkrechte Linie.

## Dritte Aufgabe.

Einen gegebenen Winkel nachzuzeichnen.

§. 44. Der gegebene Winkel sey  $hkf$ . Man öffne den Zirkel beliebig von  $k$  bis  $f$ , und beschreibe einen Bogen, der den andern Schenkel in dem Punkte  $i$  schneidet. Diesen Bogen beschreibe man an der Stelle, an der man den Winkel  $hkf$  nachzeichnen will, gebe auf derselben die Entfernung beider Schenkel durch  $fi$  an, und vereinige die Punkte  $i$  und  $k$  so wie  $k$  und  $f$  durch Linien.



## Vierte Aufgabe.

Eine Linie in eine gegebene Anzahl Theile  
zu theilen.

§. 45. Wenn die gegebene Linie ab in sieben Theile getheilt werden soll, so ziehe man cd in beliebiger Entfernung parallel mit derselben, und trage auf ihr sieben gleiche Theile von beliebiger angemessener Größe ab, ziehe von c durch a und von d (als dem siebenten Theilungspunkte der Linie cd) durch b Linien, die sich im Punkte e schneiden werden. Alsdann ziehe man von e nach allen Theilungspunkten der Linie cd die Linien e1, e2, e3 u. s. w., welche zugleich auch die Linie ab in sieben gleiche Theile theilen werden. Fig. 6A.

§. 46. Diese vierte Aufgabe kann man auch auf folgende Weise auflösen. Man ziehe durch den Punkt a eine horizontale und perpendikuläre Linie, mache letztere so lang, als die in sieben Theile zu theilende Linie ab, theile darauf eine andere Linie in sieben beliebig große gleiche Theile, die zusammen etwas größer als ab seyn müssen, fasse diese ganze Linie in den Zirkel, und beschreibe damit von b aus einen Bogen, der die horizontale Linie im Punkte 7 schneiden wird. Nunmehr trage man die sieben Theilungspunkte auf b7 ab, und ziehe durch dieselben mit Hülfe der Reißschiene Horizontallinien nach ab, welche dadurch in 7 gleiche Theile getheilt werden wird. Fig. 6B.

§. 47. Da die senkrechte Linie ab von den Horizontallinien nach §. 33 rechtwinklig durchschnitten wird, so werden die Theilungspunkte durch dieselben am genauesten bestimmt. Je spitzer oder je stumpfer der Winkel ist, unter welchem eine Linie die andere schneidet, desto ungenauer werden auch die Theilungspunkte.

§. 48. Wenn die Länge von b bis c  $3\frac{2}{3}$  Theile der ganzen Linie b7 beträgt, so wird die von c nach ab gezogene Horizontallinie cd auch von der ganzen Linie ab  $3\frac{2}{3}$  Theile abschneiden. Da nun jedes Verhältniß irgend eines Theils der Linie b7 zur ganzen Länge derselben, auch in der Linie ab bestimmt werden kann, wenn man von dem gegebenen Punkte c eine Horizontallinie nach ab zieht; so giebt die Auflösung dieser Aufgabe ein leichtes Mittel an die Hand, jede Zeichnung in jedem beliebigen Verhältnisse nachzeichnen zu können. Die nachzuzeichnende Zeichnung habe z. B. die Länge der Linie b7, und die gegebene Länge, in der dieselbe nachgezeichnet werden soll, sey ab; so findet man zu der beabsichtigten Kopie jede Länge, Breite und Höhe, die man mit dem Zirkel aus der Originalzeichnung auf b7 abträgt, durch herübergezogene Horizontallinien in den dadurch entstandenen Durchschnittpunkten auf der Linie ab. Bei der angegebenen Konstruktion wird die Kopie

kleiner als das Original, soll die Kopie aber größer werden, so mache man ab so groß, als die Länge des Originals, und b7 so groß als die Länge der Kopie beträgt, und kann alsdann die gesuchten Größen auf der Linie b7 durch Horizontallinien, welche von den auf ab abgesteckten Punkten herübergezogen werden, leicht finden.

§. 49. Es kommt bei geometrischen Zeichnungen oft vor, daß eine Linie in mehrere Theile getheilt werden soll. Oft kann man eine Linie bloß nach dem Augenmaasse theilen, wenn sie z. B. in 2, 4, 8, 16 u. s. w. Theile getheilt werden soll, denn man erlangt bald die Fertigkeit, die Mitte einer Linie schon nach dem Augenmaasse genau bestimmen zu können. Auch diese Fertigkeit kann man sich bald durch einige Übung verschaffen, nach bloßem Augenmaasse eine Linie in 3, 6, 9, 12, 18 gleiche Theile eintheilen zu können. Die in 18 gleiche Theile einzutheilende Linie muß nämlich erst in zwei gleiche Theile, jede Hälfte wieder in drei Theile, und jedes Drittel wieder in drei Theile getheilt werden. Ein einziger angestellter Versuch wird Jeden bald überzeugen, wie viel schneller und sicherer die eben angegebene Art, eine Linie einzutheilen, zum Zwecke führt, als wenn man durch mehrmaliges Versuchen gleich den achtzehnten Theil der ganzen Länge in den Zirkel fassen wollte. Dem zu Folge würde man zu einer Menge Eintheilungen einer Linie, die im §. 45 und §. 46 angegebene geometrische Konstruktion nicht nöthig haben, sondern nur des Augenmaasses bedürfen. Wenn aber die verlangte Anzahl Theile eine Primzahl ist, wie 5, 7, 11, 13 u. s. w., so ist es sicherer, die Eintheilung durch die angegebene geometrische Konstruktion zu bewerkstelligen.

§. 50. Soll eine Linie, deren ganze Länge bestimmt und in mehrere Theile getheilt ist, oder in der mehrere Punkte von verschiedenen Abständen sich befinden, abgetragen werden, so ist es besser, wenn man nur von einem Punkte aus diese Theile abträgt. Es wäre z. B. die Linie b7 mit ihren Theilungspunkten abzutragen, so muß man erst von b bis 1 den Zirkel öffnen, dann von b bis 2, dann von b bis 3 u. s. f., bis alle Theilungspunkte derselben abgetragen sind. Durch diese Verfahrensart werden die Fehler beim Auffassen der Größen mit dem Zirkel unmerklich, und man bekommt sicherer die Länge der ganzen Linie.

§. 51. Ein Viereck, dessen gegenüberstehende Seiten einander gleich sind, heißt ein Parallelogram. Sind dessen Winkel rechte, so heißt es ein rechtwinkliges Parallelogram oder ein Rechteck, sind auch in demselben alle Seiten gleich, so heißt es ein Quadrat.



## Fünfte Aufgabe.

## Ein Quadrat zu zeichnen.

§. 52. Es sey die Linie  $ab$  die gegebene Seite des Quadrats, so errichte man auf den beiden Endpunkten  $a$  und  $b$  zwei senkrechte Linien, fasse die Linie  $ab$  mit dem Zirkel, und trage deren Länge auf die beiden senkrechten Linien von  $a$  nach  $c$  und von  $b$  nach  $d$ , vereinige alsdann  $c$  und  $d$  durch eine Linie, so ist das Quadrat fertig.

Fig. 9.

§. 53. Ein Viereck von gegebenen ungleichen Seiten zeichnet man, indem man eine Diagonale von einem beliebigen Winkel nach dem gegenüberliegenden zieht, wodurch das Viereck in zwei Dreiecke getheilt wird. Diese Dreiecke zeichnet man alsdann, wie im §. 38 angezeigt worden ist.

§. 54. Ein Zirkel ist eine ebene Figur, die durch eine einzige krumme Linie begrenzt ist, welche die Eigenschaft hat, daß jeder Punkt derselben von einem gewissen Punkte  $c$ , innerhalb derselben, gleichweit entfernt ist. Dieser Punkt  $c$  heißt der Mittelpunkt des Zirkels, und die um denselben beschriebene krumme Linie heißt die Kreislinie oder der Umkreis. Die Linie  $ca$ , welche der Entfernung jedes beliebigen Punktes in der Kreislinie vom Mittelpunkte  $c$  gleich ist, heißt der Halbmesser. Die Linie  $bd$ , welche durch den Mittelpunkt geht, und mit ihren beiden Endpunkten den Umkreis trifft, heißt der Durchmesser. Linien, die auch mit ihren Endpunkten den Umkreis treffen, aber nicht durch den Mittelpunkt gehen, nennt man Sehnen, z. B. die Linie  $ef$ . Theile des Umkreises heißen Bogen. Eine gerade Linie  $gh$ , die nur durch einen Punkt  $a$  des Umkreises geht, und außerhalb des Zirkels liegt, heißt eine Tangente des Zirkels, und man sagt: „die Linie  $gh$  berühre den Zirkel im Punkte  $a$ “.

Fig. 7.

§. 55. Wenn zwei Durchmesser  $bd$  und  $ik$  sich rechtwinklig durchschneiden, so entstehen am Mittelpunkte des Zirkels vier rechte Winkel. Um die Größe eines Winkels bestimmen zu können, theilt man die um den Mittelpunkt eines Zirkels liegenden vier rechten Winkel in 360 Theile oder kleinere Winkel, die man Grade nennt. Auf jeden rechten Winkel kommen also 90 Grade, jeder Grad wird in 60 Minuten und jede Minute in 60 Sekunden getheilt. Ein halber rechter Winkel, oder ein Winkel von 45 Grad, sind gleichbedeutende Ausdrücke. Um die Größe eines Winkels abzutragen, bedient man sich eines Instrumentes, auf dem ein Halbkreis in 180 Grade getheilt ist, die wieder in halbe und Viertelgrade getheilt sind, welches man Transporteur nennt. Zur Auflösung der, in diesem Buche vorkommenden Aufgaben ist indeß die, in §. 44 angegebene Konstruktion genügend, weshalb auch der Transporteur

teur nicht unter die erforderlichen Instrumente in dem ersten Capitel dieses Buches mit aufgenommen worden ist. Wie eine Kreislinie mit Hülfe eines Stückzirkels gezeichnet werden müsse, bedarf keiner Beschreibung.

### Sechste Aufgabe.

Durch einen gegebenen Punkt  $a$  des Umkreises eine Tangente zu ziehen.

Fig. 7. §. 56. Man ziehe von  $a$  nach den Mittelpunkt des Kreises den Halbmesser  $ac$ , und stelle durch den Punkt  $a$  die Linie  $gh$  rechtwinklig auf  $ac$ , so ist  $gh$  die gesuchte Tangente.

### Siebente Aufgabe.

In einen Kreis ein Quadrat, ein Achteck, ein Sechszehneck zu zeichnen.

Fig. 11. §. 57. Man ziehe zwei Durchmesser, die sich rechtwinklig schneiden, und verbinde die vier Punkte, in denen der Umkreis von den Durchmessern getroffen wird, durch Sehnen, so ist das Quadrat vollendet. Errichtet man nun auf einer der Seiten des Quadrats ein gleichschentliges Dreieck und zieht von der Spitze desselben nach den Mittelpunkt des Kreises eine Linie, so theilt man durch dieselbe nicht nur die Seite des Quadrats, nach §. 42, sondern auch den Viertelbogen in zwei gleiche Theile, oder in zwei Achtel des ganzen Umkreises. Die Sehne eines Achtelbogens giebt das Maaß zur Seite eines regelmäßigen Achtecks. Wird der auf diese Weise gefundene Achtelbogen wieder durch Hülfe eines gleichschentligen Dreiecks in zwei Theile getheilt, so wird die Sehne eines halben Achtelbogens die Seiten eines regelmäßigen Sechszehnecks seyn. Durch fortgesetztes Halbiren der erhaltenen Bogen würde man ein Zweiunddreißigeck u. s. w. erhalten. Eine ebene Figur von mehr als vier Seiten, wird ein Vieleck genannt. Sind ihre Seiten von gleicher Größe, und treffen die Ecken dieser Seiten in eine Kreislinie, so nennt man sie ein regelmäßiges Vieleck.

### Achte Aufgabe.

Ein regelmäßiges Sechsz, Zwölfeck u. s. w. zu zeichnen.

Fig. 12. §. 58. Man trage den Halbmesser in der von ihm beschriebenen Kreislinie herum, bemerke die Punkte, in denen er dieselbe trifft, und vereinige diese Punkte durch Linien. Wird der Bogen einer Seite des Sechsecks auf die im vorigen Pas



Paragraphen beschriebene Weise wieder halbt, so giebt die Sehne eines halben Sechstelbogens das Maaß zur Seite eines Zwölfecks. Die Sehne eines halben Zwölftelbogens giebt wieder die Seite eines Vierundzwanzigecks u. s. w.

### Neunte Aufgabe.

Ein regelmäßiges Fünfeck zu zeichnen.

§. 59. Man beschreibe einen Kreis, theile ihn durch zwei Durchmesser ab und  $de$ , die sich rechtwinklig schneiden, in vier Theile. Ferner theile man durch den Punkt  $f$  den Halbmesser  $cb$  in zwei gleiche Theile, setze alsdann die Zirkelspitze in  $f$ , öffne den Zirkel von  $f$  bis  $d$ , und beschreibe den Bogen  $dg$ . Die Sehne dieses Bogens  $dg$  ist das Maaß zu einer Seite des Fünfecks. Man fasse deshalb  $dg$  in den Zirkel, trage dieses Maaß in den Umfang des Kreises herum, die dadurch angedeuteten Punkte  $d, h, i, k, l$ , vereinige man durch Linien, so ist das Fünfeck fertig. Die Sehne des Bogens  $ek$  oder  $ei$  giebt das Maaß zur Seite eines Zehnecks, und wenn man einen Zehntelkreis wieder halbt, so erhält man durch die Sehne des halben Zehntelkreises das Maaß zur Seite eines Zwanzigecks u. s. w.

Fig. 10.

§. 60. Eine regelmäßige Ellipse ist eine ebene Figur, die von einer einzigen krummen Linie eingeschlossen ist, und eine länglich runde Form hat. Sie hat zwei rechtwinklig auf einander stehende Durchmesser von beliebig verschiedener Größe, von welchen der größere die große Ase, und der kleinere die kleine Ase heißt. In der großen Ase befinden sich zwei Punkte, die durch das Verhältniß der Größe der beiden Axen zu einander bestimmt werden, und Brennpunkte der Ellipse heißen. Die Umfangslinie der Ellipse hat die Eigenthümlichkeit, daß, wenn man von irgend einem Punkte derselben gerade Linien nach den beiden Brennpunkten zieht, die Summe dieser Linien immer der Länge der großen Ase der Ellipse gleich ist.

### Zehnte Aufgabe.

Eine regelmäßige Ellipse zu zeichnen.

§. 61. Die gegebene große Ase sey  $ab$ , und die kleinere Ase sey  $cd$ . Man theile  $ab$  durch den Punkt  $e$  in zwei gleiche Theile, ziehe durch  $e$  eine senkrechte Linie, und mache die Hälfte der kleinen Ase oder  $\frac{cd}{2} = ec = ed$ . Alsdann nehme man die Hälfte der großen Ase  $ae$  in den Zirkel, beschreibe von  $c$  aus einen Bogen, welcher die Linie  $ab$  in den Punkten  $f$  und  $g$  schneidet. Diese beiden Punkte  $g$  und  $f$  sind die Brennpunkte,

Fig. 13.

denn  $fc + cg = ab$ , oder, die Summe der Entfernungen des Punktes  $c$  von den beiden Brennpunkten, ist gleich der großen Ase.

§. 62. Um die Umfangslinie ziehen zu können, stecke man in die Punkte  $f$ ,  $g$  und  $c$  Nadeln, und umschlinge dieselben mit einem straff angezogenen, fest geknoteten Faden. Als dann ziehe man die Nadel beim Punkte  $c$  heraus, halte einen gut zugespitzten Bleistift senkrecht an den Faden, und beschreibe damit die Umfangslinie der Ellipse, indem man den Faden während des Beschreibens der Linie so viel als möglich, gleichmäßig anzieht \*).

§. 63. Beim Ziehen der Umfangslinie bewegt sich der Faden um die, in die beiden Brennpunkte gesteckten Nadeln, behält aber immer dieselbe Ausdehnung, so daß also die Spitze des Bleistiftes sich eben so viel dem einen Brennpunkte nähert, als sie sich von dem andern entfernt, folglich die Summe der Entfernungen jedes Punktes im Umkreise von beiden Brennpunkten allezeit der Länge der großen Ase gleich ist, und deshalb eine, auf diese Weise gezogene Umfangslinie, eine vollkommene und regelmässige Ellipse darstellen muß.

Diese Art, die Umkreise der Ellipsen zu ziehen, kann sehr gut bei Zeichnungen in einem größeren Maasstabe gebraucht werden. Tischler und Zimmerleute werden oftmals veranlaßt, sich derselben zu bedienen; für Gärtner, die zuweilen große ovale Räume abzustecken haben, ist dieselbe wegen ihrer Einfachheit sehr zweckmässig; es versteht sich jedoch, daß diese statt der Nadeln, Stäbe in die Brennpunkte setzen, und statt eines Fadens, die Gartenschnur gebrauchen müssen; indeß ist diese Methode bei Zeichnungen in einem sehr kleinen Maasstabe nicht gut anzuwenden, denn es ist schwierig, den Faden stets gleichmäßig anzuziehen, und den Bleistift in ganz gleicher Richtung zu behalten. Um kleinere Ellipsen zu ziehen, kann man sich folgender Methode bedienen.

§. 64. Man verfahre zuerst eben so, wie in §. 61 angegeben worden ist, bestimme alsdann auf der großen Ase, zwischen einem der Brennpunkte und dem Mittelpunkte, also zwischen  $f$  und  $e$ , einige willkürlich angenommene Punkte  $h$  und  $k$ , öffne den Zirkel von  $a$  bis  $h$ , und beschreibe aus den Punkten  $f$  und  $g$  mit  $ah$  auf beiden Seiten der großen Ase Bogen. Darauf öffne man wieder den Zirkel von  $b$  bis  $h$  und beschreibe

---

\*) Das Ziehen der Umfangslinie wird erleichtert, wenn man die auf die Brennpunkte gesteckten Nadeln etwas nach außen geneigt, feststeckt, und wenn man so nahe an der Spitze, als möglich, eine kleine Rinne in das Holz des Bleistiftes schneidet, damit der Faden während des Ziehens nicht so leicht abgleitet.



aus  $f$  und  $g$  mit  $hh$  Bogen, die die vier ersteren Bogen in den Punkten  $i, i', i'', i'''$  schneiden werden. Auf gleiche Weise verfahre man mit dem Punkte  $k$ , indem man erst mit  $ak$ , dann mit  $bk$  aus beiden Brennpunkten Bogen beschreibe, durch die man wieder vier Durchschnitte  $s, s', s'', s'''$  erhält, wenn man nun alle diese Durchschnittspunkte mit den Punkten  $a, d, b, c$ , durch eine aus freier Hand gezogene Linie vereinigt, so hat man eine regelmäßige Ellipse gezeichnet.

§. 65. Es ist leicht einzusehen, daß durch diese Verfahrungsweise Punkte bestimmt werden, deren Entfernung von den beiden Brennpunkten zusammen so viel, als die Länge der großen Ase beträgt, daß folglich die Vereinigung dieser Punkte den Umkreis einer regelmäßigen Ellipse geben muß. Denn

$$fi + ig = ah + hb = ab$$

$$fs + sg = ak + kb = ab$$

und denselben Beweis kann man von jedem andern Durchschnittspunkte führen. Je mehr man beliebige Punkte zwischen  $f$  und  $e$  annehmen würde, und mit diesen die angegebene Konstruktion wiederholen, desto genauer würde man den Umkreis der Ellipse zeichnen können.

§. 66. Für solche, denen es schwierig ist, aus freier Hand die gefundenen Durchschnittspunkte zu vereinigen, oder auch um nur anzuzeigen, wie man aus vier Zirkelbogen eine unregelmäßige Ellipse konstruiren kann, die einer regelmäßig konstruirten sehr ähnlich ist, will ich noch die Konstruktionsweise einer unregelmäßig konstruirten Ellipse angeben.

Man bestimme zuerst die Länge der großen und der kleinen Ase durch die Linien  $ab$  und  $cd$ , setze diese beiden Axen rechtwinklig zusammen, so daß jede die andre durch den Punkt  $e$  in die Hälfte theilt. Darauf fasse man die Hälfte  $ce$  der kleinen Ase in den Zirkel, und trage diese Länge aus  $a$  auf die große Ase in  $f$ . Den Unterschied  $fe$  zwischen der halben großen und der halben kleinen Ase theile man in drei Theile, setze ein solches Drittel  $fg$  zu den drei Theilen hinzu, fasse diese vier Theile  $= eg$  in den Zirkel, und mache  $eg = eh$ . Darauf fasse man alle 8 Theile  $hg$  in den Zirkel, und beschreibe auf beiden Seiten der Ase aus  $h$  und  $g$  Bogen, die sich in den Punkten  $i$  und  $k$  schneiden werden. Man ziehe nun die geraden Linien  $ig, ih, kg, kh$ , und verlängere sie willkürlich, setze den Zirkel in  $g$  und beschreibe den Bogen  $oar$ , alsdann in  $h$  und beschreibe den Bogen  $pbq$ , darauf in  $k$  und beschreibe den Bogen  $ocp$ , und endlich in  $i$  und beschreibe den Bogen  $rdq$ , so ist die unregelmäßige Ellipse vollendet. Je genauer man zu Werke geht, desto besser werden die vier Bogen zusammen treffen. Es giebt noch mehrere Anweisungen, unregelmäßige Ellipsen zu ziehen, indeß da die angegebenen Konstruktionen zu regelmäßigen Ellipsen nicht

Fig. 14.

mehr Schwierigkeit machen, als die zu unregelmäßigen, so scheint es überflüssig, noch mehrere Konstruktionen anzugeben.

## Drittes Capitel,

### D a s   T u s c h e n.

§. 67. Das Auftragen der in §. 21, 22, und 23 beschriebenen schwarzen Farbe auf Papier, mit Hülfe eines Pinsels und Wassers, nennt man „Tuschen“. Man bedient sich zu geometrischen Zeichnungen vorzugsweise dieses Mittels, um die Umrisse und die verschiedenen Grade der Dunkelheit der Flächen damit auszudrücken. Die andern Mittel, durch die man bei andern Zeichnungen oder Gemälden Licht und Schatten auszudrücken pflegt, z. B. Bleistift, schwarze Kreide, Deckfarben, Pastellfarben, Oelfarben u. dgl., sind zu geometrischen Zeichnungen nicht so zweckmäßig, als die Tusche. Die mit Tusche gefertigten Zeichnungen sind weniger der Beschädigung unterworfen, und die kleinsten, wie die größten können mit eben so viel Bestimmtheit, als Zartheit ausgeführt werden; außerdem erfordern dieselben weniger Zeit, Mühe, Erfahrung und Vorbereitungen, als die mit andern Mitteln gefertigten Zeichnungen.

§. 68. Zu einer vollkommenen, gut getuschten Zeichnung gehören drei Dinge, die stets getrennt beurtheilt werden müssen.

1) Es muß die gewählte Ansicht des darzustellenden Gegenstandes die möglich deutlichste Vorstellung von ihm geben, und dessen Umrisse müssen ganz richtig und genau gezeichnet seyn.

2) Jede Fläche und Seite muß, ihrer Lage angemessen, richtig abschattirt seyn, damit der gezeichnete Gegenstand als eine möglichst getreue Nachahmung der Natur erscheint.

3) Muß die Tusche so aufgetragen seyn, daß die Zeichnung ein gefälliges Ansehen bekommt, und nicht helle oder dunkle Flecke eine Verwirrung veranlassen.

Im folgenden Abschnitte wird das erste Capitel die Regeln über richtige Zeichnung des Umrisses, und das zweite die Regeln über Licht und Schatten enthalten. Hier soll vorher angegeben werden, was man zu thun, und was man zu vermeiden hat, um die Tusche fleckenlos in verschiedenen Dunkel-



heiten aufzutragen, die Flächen mögen nun in einer überall gleichen, oder in einer allmählig abnehmenden Dunkelheit gestrichen werden sollen.

§. 69. Die ganz hellen Flächen werden bei getuschten Zeichnungen dadurch ausgedrückt, daß man das weiße Papier nur nicht übertuscht, oder, in der Kunstsprache zu reden, „daß man das weiße Papier“, oder, „daß man das Licht ausspart“. Die ganz schwarzen Flächen werden durch dick aufgestrichene Tusche, welche mit wenig Wasser dick abgerieben worden ist, hervorgebracht. Dies sind die beiden Extreme zwischen denen so viel Mittelgrade von Helligkeit und Dunkelheit liegen, als das Auge zu unterscheiden im Stande ist. Diese Mittelgrade werden beim Tuschen dadurch hervorgebracht, daß man zur dick eingeriebenen Tusche immer mehr und mehr Wasser zusetzt, bis diese, auf Papier aufgestrichen, sich kaum von weißem Papiere unterscheiden läßt. Je weißer also das Papier und je dunkler die Tusche ist, deren man sich zu seinen Zeichnungen bedient, desto mehr Mittelgrade der Helligkeit und Dunkelheit können in einer Zeichnung hervorgebracht werden.

§. 70. Den Grad der Helligkeit oder Dunkelheit einer Fläche nennt man in der Kunstsprache „Ton“, und sagt „die Fläche hat einen helleren oder dunkleren Ton“, oder sie hat einen Mittelton“ u. s. w. In der Malerei hat das Wort „Ton“ zwar eine umfassendere Bedeutung \*); jedoch in diesem Buche wird es nur in dem Sinne der angegebenen Erklärung gebraucht werden. Von Vielen wird das Wort „Tinte“ in gleicher Bedeutung gebraucht; man unterscheidet aber beide Worte, indem Tinte die heller oder dunkler eingeriebene Tusche bedeutet, mit der man dieser oder jener Fläche einen helleren oder dunkleren Ton geben will.

§. 71. Es ist gut, wenn sich der Schüler zuerst übt, Flächen, ohngefähr in der Größe, wie Nr. I, II. und III. in verschiedener Dunkelheit ganz gleich tuschen zu lernen, und alsdann mit größeren Flächen es versucht. Er muß dabei das beobachten, was in §. 2, 18, 20, 21, 22, 23 und 25 als nothwendig, entweder zu vermeiden, oder zu befolgen, angegeben worden ist. Da die blässeren Töne und ganz schwarze am leichtesten gleichmäßig zu tuschen sind, so muß er mit solchen, wie Nr. I., den Anfang machen, und alsdann solche, wie Nr. II., und dann, wie Nr. III. tuschen. Flächen, von der Größe, wie Nr. I, II, III., kann man mit Pinseln von der in §. 20 beschriebenen Größe sehr gut noch gleichmäßig tuschen. Ist die Fläche aber so groß, als der mit den Umfangslinien eingeschlos-

Fig. 15.

\*) Siehe Sulzer's Theorie der schönen Künste.

sene Raum der ganzen Tafel, so muß der Pinsel wenigstens die Größe haben, daß seine Haare  $\frac{3}{4}$  Zoll aus dem Federtiele hervorstehen, und am Bunde wenigstens  $\frac{1}{2}$  Zoll im Durchmesser haben. Zu noch größeren Flächen muß man sich eines Pinsels bedienen, dessen Haare einen Zoll weit aus dem Federtiele herausstehen, und am Bunde  $\frac{1}{2}$  Zoll im Durchmesser haben.

§. 72. Wenn das Gleichstreichen der Flächen gelingen soll, so sind noch ein Paar Vorsichtsmaaßregeln, außer den bisher gegebenen, zu empfehlen. Erstens: Man mische eine Tinte von mittlerer Dunkelheit von frisch angeriebener Tusche und fülle damit ein Tuschnäpfschen ganz an, indem man zugleich das, was im §. 22 und 23 gesagt worden ist, dabei befolgt, rühre diese Tinte mit dem Pinsel gut durch, damit sie sich gleichmäßig mit dem dazu gebrauchten Wasser verbindet, und lasse sie ohngefähr 10 Minuten ruhig stehen. Darauf halte man einen Pinsel, der vorher ganz mit Wasser angefüllt und wieder leer gedrückt worden ist, (denn ein trockner Pinsel saugt keine Feuchtigkeit in sich) auf die zubereitete Tinte, doch so, daß er nur deren Oberfläche und auch nicht den Rand des Tuschnäpfschens berührt, lasse ihn so viel als möglich, von der Tusche ansaugen, und drücke ihn in ein andres reines Tuschnäpfschen leer. Dies Verfahren wiederhole man mit Behutsamkeit so oft, bis man sieht, ob sich am Rande und auf dem Grunde des Tuschnäpfschens ein Niederschlag gebildet hat. Ist dies der Fall, so muß man den Niederschlag nicht vom Pinsel ansaugen lassen, denn mit diesem darf man nicht tuschen, weil dies ein Beweis ist, daß das dazu gebrauchte Wasser Theile enthält, die eine vollkommene Vereinigung des Wassers mit den in der Tusche befindlichen Leim- oder Gummitheilen verhindern. Das Wasser aus sehr vielen Brunnen bewirkt einen solchen Niederschlag, und kann man nicht statt dessen Fluß-, Regen- oder Schneewasser bekommen, so muß man destillirtes Wasser dazu nehmen, was man in jeder Apotheke leicht bekommen kann. Zweitens ist jedem Anfänger zu rathen, die zu übertuschende Fläche vorher mit reinem Wasser zu überstreichen, und so lange zu warten, bis der Wasserglanz sich verloren, und das Papier sich wieder ganz glatt gezogen hat. Wenn das Zimmer sehr warm, oder die Luft sehr trocken und warm ist, so ist diese Vorsichtsmaaßregel auch geübteren Zeichnern anzupfehlen, denn sie hat zugleich den Nutzen, den Staub, welchen man oft gar nicht bemerken kann, von der Papiersfläche abzuwaschen, da er oft Flecke hervorbringt, die den Marmoradern ähnlich, und sehr schwer wegzuschaffen sind.

§. 73. Ist man nun mit der angezeigten Vorsicht zu Werke gegangen, und hat die Umfangslinien der zu übertuschenden Fläche gezeichnet, z. B. Nr. I., so bestreiche man dies



selbe mit der dazu präparirten Tinte, indem man so breit, als der Pinsel es zuläßt, längst der Linie ab, aber ohne über dieselbe wegzustreichen, noch von ihr abzubleiben, von ac nach bd hinführt. Während des Streichens muß die Spitze des Pinsels gegen die Linie ab gerichtet bleiben. So wie der Pinsel weniger voll Tusche ist, tauche man ihn sogleich wieder ins Tuschnäpfschen, und fahre fort von ac nach bd, Strich an Strich, die Fläche zu überziehen, bis man zur Linie cd kommt, wo man den Pinsel wieder so halten muß, daß seine Spitze gegen die Linie cd gerichtet ist, so wie man dieselbe auch jedesmal gegen die Linie ac und bd gerichtet halten muß, so oft man beim Herüberstreichen mit dem Pinsel an die Grenzen dieser Linie kommt. Dabei sind noch folgende Regeln zu beobachten:

1) Man muß jedesmal mehr Tusche sich vorrätzig mischen, als man zum Bestreichen der ganzen Fläche verbrauchen wird, denn man kann schwerlich denselben Ton wieder genau treffen, und in der Geschwindigkeit mischen, so lange als der schon bestrichene Theil der Fläche noch naß ist.

2) Weiß man nicht gewiß, ob die eingeriebene Tusche die gehörige Feinheit habe oder nicht (siehe S. 22 und 23), so lasse man lieber die gemischte Tinte vor dem Gebrauche ruhig stehen, tauche niemals den Pinsel bis auf den Boden des Tuschnäpfschens, sondern lasse denselben jedesmal die gemischte Tinte in sich ziehen, indem man nur deren Oberfläche damit berührt.

3) Man muß die Tusche so voll auftragen, daß die bestrichene Stelle geraume Zeit naß bleiben kann, und daß, wo möglich, die ganze Fläche schon bestrichen ist, ehe noch die zuerst bestrichene Stelle den Wasserglanz verloren hat; denn so bald dieser vergeht, kann man nicht mehr an dieser Stelle den gleichen Ton fortsetzen, weil dadurch jedesmal ein dunkler Rand entsteht.

4) Man muß die einmal angefangene Richtung beim Aufstreichen der Tusche nicht ändern, z. B. (Fig. 15. Nr. 1) man hätte angefangen längst ab, von ac nach bd die Tinte aufzustreichen, so darf man nicht wieder von bd nach ac streichen, sondern man muß immer die erste Richtung von ac nach bd beibehalten.

5) Während des Aufstreichens muß man dem Reißbrette eine etwas schräge Lage geben, so daß die Stelle, bei der man zu tuschen anfängt, oben ist, damit die Tusche, welche sich nicht mehr ins Papier einziehen kann, sich nach der untersten Grenze zieht, wobei es sich von selbst versteht, daß nicht so viel Tusche auf die Fläche gebracht werden darf, daß dieselbe über die angewiesene unterste Grenze herüberlaufen könnte.

6) Bevor die Tusche sich nicht ins Papier eingezogen hat, das ist, ehe der Wasserglanz ganz vergangen ist, muß man die

gegebene schräge Lage des Reißbrettes nicht verändern. Wenn sich während der Zeit zu viel Tusche nach der untersten Grenze der Fläche hinziehen sollte, so daß daselbst ein dunklerer Rand entstehen würde, so muß man denselben Pinsel, mit dem man die Fläche bestrichen hat, etwas leer drücken, und ehe sich die Tusche noch ins Papier hat einziehen können, längst der Grenze, wo sich die Tusche angehäuft hat, mit dem leergedrückten Pinsel hinfahren, wo sich sogleich die überflüssige Tusche in denselben einziehen wird.

7) Wegen der gegebenen schrägen Lage des Reißbrettes zieht sich die überflüssige Tusche von der Stelle weg, auf die sie aufgestrichen worden ist, weshalb dickes Papier nicht sehr große Ungleichheiten auf seiner Oberfläche während des Aufstreichens bekommen kann, die leicht den Nachtheil mit sich führen, daß sich die Tusche in die tieferen Stellen hinzieht, und dadurch dunkle Flecke entstehen. Sehr dünnes Papier bekommt schnell eine wellenförmige Oberfläche, wenn die Tusche auch nicht sehr naß aufgestrichen wird. Man kann das Nachtheilige davon einigermassen vermeiden, wenn man dem Reißbrette eine noch schrägere Lage während des Aufstreichens giebt, oder, wenn man so wenig voll, als möglich, die Tusche aufstreicht. Besser ist es, wenn man dünnes Papier gar nicht zu getuschten Zeichnungen auswählt.

8) So lange die angestrichene Fläche noch halb trocken ist, darf dieselbe nicht berührt, oder Papier u. dgl. darauf gelegt werden, noch weniger darf man mit dem Pinsel daran kommen, um diese oder jene Stelle zu verbessern, denn man würde dieselbe nur desto fleckiger machen.

§. 74. Aus dem, was bisher in diesem Capitel und §. 2, 18, 20, 21, 22, 23 und 25 bereits ausführlich auseinandergesetzt worden ist, geht hervor, daß es weniger schwierig ist und weniger eine lange Übung erfordert, eine Fläche in einem gleichmäßigen Ton mit Tusche streichen zu lernen, als vielmehr, daß dabei eine Menge Dinge vermieden werden müssen, die hinderlich wirken, und daß man deshalb oft die Ursach nicht sogleich auffinden kann, warum eine Fläche dennoch fleckig geworden ist. Wer indeß mit dem bereits Angeführten sich genugsam bekannt gemacht hat, wird hoffentlich, ohne viele Fehlversuche machen zu müssen, leicht die Ursachen des Nichtgelingens auffinden, und seinen Zeichnungen die, zum schönern Ansehen und zur Deutlichkeit nothwendige Reinheit der Töne geben lernen.

§. 75. In den mehresten Zeichnungen kommen nicht blos Flächen von einem ganz gleichen Tone vor, sondern auch solche, die an einer Seite dunkler sind, und allmählig nach der gegenüberstehenden Seite zu immer heller werden, z. B. Fig. 17 B.



Soll die runde Oberfläche eines Körpers durch Licht und Schatten ausgedrückt werden, so wird dies auch durch eine gleichmäßig abnehmende Dunkelheit bewirkt, z. B. Fig. 16 und 18.

§. 75. Wenn die Fläche nur klein oder schmal ist, wie z. B. Fig. 16 (die einen Cylinderabschnitt parallel mit der Achse vorstellt), so bringt man die gleichmäßig abnehmende Dunkelheit auf der Zeichnung hervor, wenn man den dunklen Ton von ab bis cd aufstreicht, und alsdann mit einem Pinsel, in dem sich nur reines Wasser befindet, längst der Grenze cd des dunkeln Tons hinstreicht, ehe dieser sich noch ins Papier hat einzziehen können, so, daß der dunkle Ton in die daneben angefeuchtete Stelle herüber fließt, allmählig heller wird, und zuletzt kaum vom weißen Papiere mehr zu unterscheiden ist. Dieses Verfahren nennt man das Verwaschen eines Tons.

Fig. 16.

§. 77. Wird mit einem Male Verwaschen der Uebergang vom Dunkeln ins Helle, noch nicht hinlänglich bewirkt, so spült man schnell aus dem Wasserpinsel die eingesogene Tusche mit reinem Wasser aus, und streicht damit längs der Grenze cd noch einmal hin, ehe der dunkle Ton sich hat ins Papier einzziehen können.

§. 78. Da das Gelingen des Verwaschens davon abhängt, daß man damit eher zu Stande kommt, bevor der dunkle Ton den Wasserglanz verloren hat, so ist es nothwendig, den Pinsel zum reinen Wasser, den man den Wasserpinsel nennt, an denselben Pinselstock zu befestigen, an welchem sich der andere Pinsel befindet, in dem die Tusche ist, und der deshalb der Tuschpinsel genannt wird, damit man ersteren schnell zur Hand hat, und den Pinselstock nur umzudrehen braucht. Das Gelingen des Verwaschens wird sehr erleichtert, wenn man vorher die ganze Fläche mit reinem Wasser anstreicht, und erst alsdann, wenn sich das Wasser ins Papier eingezogen hat, den dunkeln Ton streicht, und ihn sogleich verwascht. Der dunkle Ton muß längs der Grenze, die verwaschen werden soll, in ganz gleicher Masse gestrichen werden, denn sonst würde er bald mehr, bald weniger, in die mit Wasser befeuchtete Seite überfließen, und keinen gleichmäßigen Uebergang verursachen. Auch darf der dunkle Ton, wenige Fälle ausgenommen, nicht so naß aufgestrichen werden, als man dies bei gleichen Flächen thun muß, weshalb das vorherige Anfeuchten des Papiers mit reinem Wasser, denen, die noch nicht genug Übung im Verwaschen haben, um so mehr anzurathen ist. Den Wasserpinsel darf man beim Verwaschen, sehr wenig mit Wasser angefüllt, gebrauchen, denn das Wasser würde sonst in den dunkeln Ton überfließen, und helle Flecke mit dunkeln Rändern bewirken.

§. 79. Wenn der Raum, der zwischen dem dunkelsten und hellsten Tone liegt, größer ist, als bei Fig. 16, z. B. so

Fig. 17.  
A. u. B.

wie bei Fig. 17 B., so kann die allmälige Abnahme des Dunkeln ins Helle nicht bloß durch ein oder mehrere Mal Hinstreichen mit dem Wasserpinsel längst der Grenze des dunkeln Tons bewirkt werden, sondern man muß auf folgende Weise zu Werke gehen. Man theile sich die Fläche Fig. 17 B. in mehrere gleiche Räume, wie dies in Fig. 17 A. durch bestimmt gezogene Grenzen angegeben worden ist. Es versteht sich von selbst, daß man in Fig. 17 B. diese Grenzlinien nicht ziehen, sondern nur durchs Augenmaaß bestimmen, oder nur auf dem Rande durch Punkte angeben darf. Durch diese beliebige Zertheilung der ganzen Fläche abcd Fig. 17 A. sind sechs Rechtecke entstanden, von denen Nr. 6 den Ton des weißen Papiers erhalten soll. Für die übrigen fünf Rechtecke muß man sich in fünf verschiedenen Tuschnäpfschen die verschiedenen Abstufungen der Töne mischen, und auf einem andern Stück Papiere die Probe machen, ob man auch für jedes Rechteck die nöthige Dunkelheit getroffen habe. Man gebe darnach dem Reißbrette eine geneigte Lage, so, daß das Rechteck zum dunkelsten Tone Nr. 1 oben zu liegen kommt, und streiche längst der Linie ab, in gleich breiten Strichen, mit einem mäßig vollen Pinsel, mit der für Nr. 1 bestimmten Tinte bis zur Linie cd. Darauf drücke man den Pinsel möglichst leer, rühre damit die für Nr. 2 gemischte Tinte um, damit sich dieselbe mit der wenigen, im Pinsel zurückgebliebenen, dunklern Tusche gleichmäßig vermische, und streiche mit der Tinte Nr. 2 etwas über die Linie cd, in die noch nasse Tinte Nr. 1, so daß dieselbe in die Tinte Nr. 2, bei der Linie cd allmählig überfließt, und streiche alsdann mit der Tinte Nr. 2 bis zur Linie ef. Auf gleiche Weise verfahre man mit den für Nr. 3, 4 und 5 gemischten Tinten, bis man bei der Linie lm den Uebergang ins Weiße mit reinem Wasser bewirkt.

§. 80. Wer sich im Mischen der Töne schon einige Fertigkeit erworben hat, braucht auch nur sich die Tinte zu Nr. 1 zu mischen, und, nachdem das Rechteck 1 damit bestrichen worden ist, zu der zurückgebliebenen Tusche einen oder mehrere Pinsel voll reines Wasser hinzu zu thun, diese genugsam umzurühren, und Nr. 2 damit anzustreichen, alsdann zu der zurückgebliebenen Tusche noch mehr Wasser hinzu zu mischen, und damit Nr. 3 anzustreichen u. s. f. Anfänger müssen aber lieber die im vorigen §. angegebene Verfahrensart beobachten.

§. 81. Die Tinten zu einer Fläche, die verwaschen werden soll, sind gut gemischt, wenn bei der Linie gh, welche die Mitte der ganzen Fläche ist, der Ton auch die Mitte zwischen dem dunkelsten und hellsten Tone dieser Fläche hält, nämlich zwischen der Dunkelheit bei ab und dem weißen Papier bei no. Eben so muß das Rechteck Nr. 5 den Mittelton zwischen gh



und no, und das Rechteck ecdf den Mittelton zwischen gh und ab bekommen. Längs jeder Linie aber, die man parallel mit ab ziehen kann, muß der Ton ganz gleiche Dunkelheit haben.

§. 82. Die Aufgabe „Flächen zu verwaschen“ kommt sehr häufig bei geometrischen Zeichnungen vor. Eine mangelhafte Darstellung derselben fällt selbst einem ungeübten Auge widerrlich auf, um so mehr muß der Schüler sich üben, verwaschene Flächen gut darstellen zu lernen. Diese Flächen sind oft sehr verschieden in Hinsicht der Dunkelheit, der Breite und der Länge des Raums, den die verschiedenen Töne auf der Fläche einnehmen, so wie in Hinsicht der Schwierigkeit, dieselben gut darstellen zu lernen. Man wird sich durch den Vergleich der drei verwaschenen Flächen, Fig. 16, 17 und 18, leicht davon überzeugen. Von diesen dreien ist Fig. 16 offenbar die leichteste, weil bei dieser nur wenige Töne in einem schmalen Raume vorkommen. Fig. 18 ist hingegen die schwierigste, weil bei dieser Fläche der dunkelste Raum, nämlich das Rechteck cc ee länger und dunkler ist, als das Rechteck abcd in Fig. 17 B., und auch dabei mehrere Töne zum Uebergang aus dem Dunklen ins Weiß, nämlich von aa, bis zur Linie hh, erfordert werden. Wegen der Länge dieses Rechtecks wird eine größere Fertigkeit und Schnelligkeit vorausgesetzt, damit die aufgestrichene Tusche am Anfange des Rechtecks nicht schon trocken geworden ist, ehe man bis ans Ende desselben gekommen ist. Ferner wird Fig. 18 schwieriger als Fig. 17, weil die dunkelste Stelle bei aa nicht an der Grenze der Fläche, sondern mehr nach der Mitte zu liegt, und nach zwei Seiten hin, nämlich nach der Linie hh und auch nach der Linie aa hin, verwaschen werden muß.

§. 83. Die Verfahrungsart des Verwaschens ist zwar bei Fig. 18 die nämliche, die §. 79 zu Fig. 17 angegeben worden ist; indeß sind doch einige Abänderungen dieser Verfahrungsart dabei zu empfehlen, durch die die Schwierigkeit des Verwaschens sehr erleichtert wird. 1) Nachdem die Räume für den hellsten und dunkelsten Ton, so wie für die Mittelöne durch feine Linien oder durch Punkte aa bb cc u. s. w. an den Grenzlinien bestimmt, und die dazu gehörigen Tinten gemischt worden sind, so kann man die Fläche in zwei oder mehrere Theile theilen, und jeden Theil einzeln verwaschen, so wie dies durch die Linie nm angegeben worden ist, nur muß man nicht über die Linie nm übertuschen, damit beim Ansehen des andern Theils der Fläche kein dunkler Rand entsteht. Besser ist, man tuscht nicht ganz dicht an nm an, denn den hellern Zwischenraum kann man weit leichter mit dem halbtrocknen Pinsel ausbessern, als den dunklen Rand wegschaffen. 2) Man mischt alle Tinten blässer, als sie werden sollen, setzt auf die vorgeschriebene Weise die verschiedenen Tinten naß an einander,

verwäscht die zuletzt gestrichene Tinte, und läßt alles hinlänglich trocken werden. Dieses wiederholt man ein oder mehrere Male, bis man die nöthige Dunkelheit hervorgebracht hat, denn auf diese Weise können Flecke leichter vermieden, oder doch weniger auffallend gemacht werden. 3) Man streicht die ganze Fläche hhaa mit der hellsten Tinte an, und verwäscht dieselbe bei hh ins weiße Papier. Wenn dieser Anstrich trocken ist, streicht man mit der folgenden Tinte, die sehr wenig dunkler als die erste seyn muß, den ganzen Raum ggaa an, und verwäscht diese Tinte bei gg. Auf gleiche Weise macht man es mit den übrigen Tinten, bis man den gewünschten Uebergang hervorgebracht hat. 4) Man streicht zuerst den dunkelsten Raum codd mit einer blässeren Tinte, als derselbe zuletzt bekommen soll, an, verwäscht nach beiden Seiten diese Tinte, und läßt sie trocken werden. Dann streicht man mit einer etwas blässeren Tinte den Raum bbee an, verwäscht dieselbe mit dem Wascherpinsel wieder nach beiden Seiten, und, wenn dieser zweite Anstrich trocken worden ist, fährt man auf diese Weise fort, mit immer blässern Tinten den schon bestrichenen Raum wieder zu überstreichen, und sich mit jedem neuen Anstrich der Linie hh zu nähern, bis man den gewünschten Uebergang aller Tinten hervorgebracht hat.

§. 84. Die Richtung, nach der die drei verschiedenen Flächen, Fig. 16, 17 und 18, verwaschen sind, ist mit zwei gegenüberliegenden Umfangslinien parallel. Es kommen aber auch oftmals in geometrischen Zeichnungen Flächen vor, die in der Diagonale des Quadrats oder einer andern Richtung verwaschen werden müssen, doch diese Verschiedenheit der Richtung erfordert keine andern Regeln übers Verwaschen, als die bei Fig. 16, 17 und 18 schon angegeben worden sind.

Eine mit Aufmerksamkeit fortgesetzte Übung ist außerdem auch hiebei das sicherste Mittel, sich die nöthige Fertigkeit zu verschaffen, sowohl gleiche, als auch verwaschne Flächen gut tuschen zu lernen. Jetzt will ich noch das Nöthigste über Anlage, Stimmung, Ausführung und Reinarbeiten einer Zeichnung sagen.

§. 85. Bei den mehresten Zeichnungen kommen sehr viele Flächen vor, von denen jede ihren unterschiedenen Ton hat, der nach Regeln bestimmt wird, welche wieder auf Gesetzen beruhen, die auf die Natur begründet sind. Sucht man nun jeder Fläche in einer Zeichnung durch einmaliges oder mehrmaliges Aufstreichen der Tusche den ihr zukommenden Ton zu geben, so nennt man dies in der Kunstsprache „eine Zeichnung anlegen.“ Je besser man gleich bei der Anlage das Verhältniß aller in der Zeichnung vorkommenden Töne getroffen hat, desto besser ist auch die Anlage. Durch Worte oder Zahlen läßt



sich kein Ton so bezeichnen, daß jeder Andre sich nur diesen einen Ton, unter den vielen möglichen denken könnte. Man kann nur durch den Vergleich mit einigen gleichsam als Maasstab angenommenen Tönen sich einer genauern Bestimmung bloß nähern, indem man sagt, diese Fläche hat einen dunklern Ton als diese, und einen hellern als jene, oder dieser Ton hält das Mittel zwischen diesem und diesem Tone. Selbst, wenn man die Originalzeichnung vor sich hat, ist es oftmals schwierig, zu bestimmen, ob man den Ton einer Fläche, zumal bei Mittelstönen, genau getroffen hat oder nicht, ehe noch die daneben liegenden dunkleren oder helleren Flächen getuscht worden sind. Deshalb würde nicht einmal eine Stufenleiter der Töne vom tiefsten Schwarz bis zum Weiß durch Zahlen numerirt, zu einer genauen Bestimmung hinreichend seyn. Um sich davon zu überzeugen, daß bei Bestimmung eines Tons sehr viel von der Dunkelheit oder Helligkeit abhängt, die denselben einschließt, braucht man nur in die Mitte eines Stück schwarzen Papiers und in die Mitte eines gleich großen weißen Papiers einen verhältnismäßig kleinen, gleich großen Ausschnitt, zu machen, und alsdann hinter beide Ausschnitte ein Papier zu befestigen, das einen ganz gleichen Ton von mittlerer Dunkelheit hat. Hinter dem Ausschnitte des weißen Papiers wird gewiß Jedem derselbe Ton weit dunkler erscheinen, als hinter dem Ausschnitte des schwarzen Papiers.

§. 86. Um sich die Anlage einer Zeichnung zu erleichtern, muß man sich in dem §. 24 beschriebenen Tuschnäpfschen drei verschiedene Tinten mischen. Die erste für die hellen, die zweite für die Mittelstöne, und die dritte für die dunklen Töne, ohngefähr in dem Verhältnisse, als Nr. I, II. und III. in Fig. 15 zu einander haben. Man streiche auf ein Stück Papier diese drei Tinten auf, lasse sie trocknen, und halte dies Papier an die verschiedenen Flächen der zu kopierenden Zeichnung an, um zu sehen, zu welchen Flächen man die gemischten Tinten brauchen kann. Diese geben alsdann den Maasstab, nach welchem man leicht die hellern, dunklern, und die zwischen denselben liegenden Tinten mischen kann. Wenn man auch ein Näpfschen zum reinen Wasser bestimmen will, so bleiben noch vier reine Näpfschen zu den zusammengesetzten Tönen, mit denen man auch bei einer sehr ausgeführten Zeichnung ausreichen kann. Man setzt die Tinten zusammen, indem man z. B. von der dunklern Tinte zwei Pinsel voll und von der Mittelstinte drei Pinsel voll und dergl. mehr in einem reinen Näpfschen zusammen rührt. Durch einige Uebung lernt man bald treffen, wieviel Tusche man aus dem einen und wie viel aus dem andern Näpfschen nehmen muß, um einen gegebenen Ton hervorzubringen.

§. 87. Es ist zwar gleichviel, ob man zuerst die hellen

und dann die dunklen Töne anlegt, oder umgekehrt, zuerst die dunklen und dann die hellen. Im Allgemeinen ist aber mehr anzurathen, daß man sich gewöhnt, zuerst die dunklen Töne anzulegen, weil die Arbeit schneller von Statten geht, wie Jeder aus eigener Erfahrung sehen wird, und auch deshalb, damit nicht, bis zur Vollendung der Anlage, die Schattenflächen hell, und die Lichtflächen dunkel erscheinen.

§. 88. Sehr selten wird auch der geübte Zeichner bei seiner Anlage mit einem Male Anstreichen den Ton zu allen Flächen der Zeichnung gleich so getroffen haben, daß er mit dem Verhältnisse aller Töne zu einander ganz zufrieden seyn könnte. Je zusammengefügter die Zeichnung ist, je eher wird er den Ton bald von dieser, bald von jener Fläche, bald dunkler, bald lichter wünschen. Dieses heller oder dunkler Machen einer angelegten Zeichnung, sey es im Ganzen, oder in einzelnen Theilen, bis man mit dem Verhältnisse aller Töne zufrieden ist, heißt „eine Zeichnung stimmen“. Wenn man außer der Stimmung, auch die Reinheit des Tons hervorzubringen, und die Formen der einzelnen Theile zugleich genauer zu bestimmen sucht, so faßt man dieses unter dem allgemeinen Ausdruck zusammen „eine Zeichnung ausführen oder vollenden.“

§. 89. Die ganze Zeichnung, oder Theile derselben zu verdunkeln, macht keine Schwierigkeit, denn man braucht nur die zu verdunkelnden Flächen mit blässern oder dunklern Tinten ein Mal oder mehrere Male zu übertuschen, bis alle Flächen der Zeichnung die gewünschte Dunkelheit bekommen haben. Ist die ganze Zeichnung aber zu dunkel gerathen, man ist indeß mit den Verhältnissen aller Töne zu einander zufrieden, so muß man die ganze Zeichnung mit einem Waschschwamme heller waschen. Zu diesem Zwecke wähle man sich einen Waschschwamm, (dessen man sich auch zum Anfeuchten des Papiers, beim Aufspannen, bedienen kann), der recht feine Poren, und an einer Stelle eine etwas gerundete, gleiche Oberfläche hat. Wenn man diese Stelle des Schwamms in einer hinlänglichen Menge reinen Wassers mehr naß, als feucht macht, und mit ganz gleichen Strichen, ohne stark aufzudrücken, stets nach einer Richtung, über die ganze Zeichnung fährt, so werden alle Töne derselben etwas heller werden. Im Fall von den dunklen Flächen sich Tusch abgelöst hat, und auf die hellern Flächen, oder auf den weißen Papierrand herüber gewischt worden ist, so muß man, ehe noch die Tusch sich ins Papier einsaugen, oder anziehen kann, so geschwind, als möglich, den Schwamm in einer Schale mit reinem Wasser rein drücken, und damit die schmutzig gewordenen Stellen überwaschen, wodurch alle entstandenen Flecke sehr leicht sich verlieren werden, und die



Zeichnung, so wie das sie umgebende weiße Papier ganz rein erscheinen wird. Ein weicher Schwamm mit feinen Poren reibt nicht so leicht die Oberfläche des Papiers rau, sondern nimmt vielmehr nur diejenigen Theile der Tusche weg, die sich nicht ins Papier haben einziehen können, weshalb die getuschten Flächen nach dem Abwaschen weit zarter getuscht erscheinen, als vorher, und wenn mit der gehörigen Vorsicht zu Werke gegangen ist, kann man ohne Nachtheil über abgewaschne Stellen, wenns nöthig ist, wieder tuschen.

§. 90. Hat man recht gute, feine Tusche zur Zeichnung gebraucht, und die Flächen mit einem Male und sehr naß angerlegt, so läßt sich die Zeichnung nur sehr wenig heller waschen, die Töne bleiben aber ganz in demselben Verhältnisse, und sehen zarter, als vorher aus. Hat man aber manche Stellen in der Zeichnung mit einem halbtrocknen Pinsel getuscht, so werden diese durchs Ueberwaschen weit heller, manchmal fast ganz weiß. Auch solche Flächen, die durch öfteres Ueberstreichen ihre Dunkelheit bekommen haben, werden durchs Ueberwaschen viel heller, als die mit einem Male und sehr naß gestrichenen. Kommen in einer Zeichnung Flächen vor, die mit ganz dick geriebener Tusche überstrichen worden, und von ganz hellen Flächen eingeschlossen sind, wie z. B. die Fensteröffnungen bei einem Gebäude, so muß man viel reines Wasser auf die Zeichnung ausdrücken, damit dieselbe überwaschen, es wieder in den Schwamm einziehen lassen, und wieder mit dem reingedrückten Schwamme und reinem Wasser, die noch schmutzigen Stellen reinigen; denn die dick aufgestrichene Tusche zieht sich wenig ins Papier ein, und würde sich bei wenigen Wasser über die Zeichnung ausbreiten, und auf den hellen Stellen einziehen, ehe man sie wegwaschen könnte. Wer noch nicht genugsame Übung und Erfahrung im Abwaschen hat, muß erst auf einem andern Stücke Papier von gleicher Sorte den Versuch machen, wie ganz schwarz gestrichene Räume sich abwaschen lassen, ohne daß die daneben liegenden weißen Flächen dadurch einen Ton bekommen, und sehen, wie viel er seinem Papiere und seiner Tusche zumuthen darf. Besser ist es, wenn man die ganz schwarzen Flächen in einer Zeichnung erst dann tuscht, wenn man mit dem Verhältnisse der übrigen Töne zufrieden ist, und das heller Waschen nicht mehr nöthig hat. Bei schlechter Tusche ist das Abwaschen einer ganzen Zeichnung nicht anzuwenden, weil der Schwamm wenig von der Zeichnung übrig lassen würde.

§. 91. Sind einzelne Flächen innerhalb bestimmter Grenzen heller zu machen, so muß man soviel reines Wasser mit dem Pinsel darauf streichen und tupfen, als die begrenzte Fläche fassen kann. Nachdem es einige Minuten darauf gestanden

hat, läßt man es sich in einen leergeprückten Pinsel oder Schwamm einsaugen. Oft kann man eine zu dunkle Stelle scheinbar heller machen, indem man die übrigen Flächen so viel verdunkelt, daß sie dasselbe Verhältniß zu einander bekommen, welches diese im Originale zu einander haben.

§. 92. Wenn man mit der Anlage und mit der Stimmung einer getuschten Zeichnung zufrieden ist, so bleibt noch zur gänzlichen Vollendung derselben das Reinarbeiten oder Ausflecken der Töne übrig.

Aus dem bisher Gesagten geht genugsam hervor, daß aus sehr verschiedenen Ursachen, beim Tuschen der gleichen und der verwaschenen Flächen, trotz aller Vorsicht, entweder dunkle oder helle Flecke entstehen können, die nicht nur der Zeichnung das gefällige Ansehen benehmen, sondern auch oft Verwirrung veranlassen würden. Die Verfahrensart, diese Flecke wegzuschaffen, nennt man „das Reinarbeiten oder Ausflecken“.

§. 93. Die Flecke sind also entweder dunkler oder heller, als der Ton ist, den die Fläche bekommen soll, worin sich dieselben befinden. Von dunklen Flecken gilt dasselbe, was §. 91 über das Hellermachen einzelner dunkler Flächen gesagt worden ist. Nehmen die Flecke nur einen kleinen Raum ein, so kann man, nachdem vorher reines Wasser mit dem Pinsel darauf getupft worden ist, dieselben mit einem, in eine Reißfeder geklemmten, kleinen Stückchen Schwamm wegwaschen, und dies so oft wiederholen, bis die Flecke dieselbe Dunkelheit bekommen haben, als die Fläche, in der sie sich befinden, haben soll. Durch dieses heller Waschen eines dunklen Fleckes entsteht gewöhnlich ein hellerer Rand um denselben, diesen aber kann man leicht, wenn die Stelle nach dem Abwaschen genugsam trocken worden ist, wie alle helle Flecke durch den halbtrocknen Pinsel wegschaffen.

§. 94. Halbtrocken wird der Pinsel genannt, wenn er vorher mit Tusche angefüllt, und dann wieder fast leer gedrückt worden ist, so, daß die damit bestrichne, oder vielmehr nur betupfte Stelle des Papiers dadurch fast unbemerktbar feucht, aber dennoch ein wenig dunkler wird, und sich sanft in den daneben liegenden Ton verliert, ohne daß eine bestimmte Grenze der durch dieses Betupfen entstandenen Dunkelheit zu bemerken ist. Die Zinte, mit der man die hellen Flecke mit dem halbtrocknen Pinsel übertupft, muß weit heller, als der Ton der Fläche seyn, worinn sich der Fleck befindet. Ferner ist es rathsam, dazu an dem Pinsel eine breite, meiselartige Spitze zu drücken, (siehe §. 15), so daß man bald mit der breiten, bald mit der scharfen Kante der Spitze tupfen kann, je nachdem es die Form des Fleckes erfordert. Zuerst tupft man damit auf die hellsten Flecke, dann auf die weniger hellen, läßt die betupften Stellen



trocken werden, und fährt auf diese Weise fort, bis die hellen Flecke ganz verschwunden sind, und die ganze Fläche einen ganz gleich dunklen Ton bekommen hat. Während dieser Arbeit muß man die Zeichnung etwas entfernter vom Auge halten, als man dieselbe gewöhnlich während des Zeichnens hat, weil man helle und dunkle Flecke aus einer angemessenen Ferne besser wahr werden kann, als in der Nähe.

§. 95. Wer nur mit einiger Aufmerksamkeit dabei verfährt, kann sich bald eine solche Fertigkeit im Reinarbeiten erwerben, daß er, ohne vielen Zeitaufwand, selbst eine sehr fleckig gerathene Anlage, in die sauberste und reinste Zeichnung umwandeln kann.

§. 96. Zuweilen ist es bei geometrischen Zeichnungen nöthig, die verschiedenen Materialien zu bezeichnen, aus welchen ein Gegenstand zusammengesetzt ist, z. B. welcher Theil davon aus Holz, oder Stein, oder Eisen, oder Messing verfertigt ist. Zu diesem Endzwecke gebraucht man verschiedene Farben, die man eben so, wie die schwarze Tusche behandeln, und auf das Papier aufstreichen kann, nämlich Gummigutti, rothen Karmin, und Indigo, oder besser noch, den Extract aus dem Indigo, der unter dem Namen „blauer Karmin“ bei den Farbhändlern verkauft wird. Gummigutti ist eine, im Wasser sehr leicht auflösbare, gelbe Farbe, die in allen Apotheken zu haben ist. Man löst mit dem Pinsel und reinem Wasser so viel von dem Stücke Gummigutti ab, als man nöthig hat, und verdünnt die abgelöste Farbe in einem Zucknapfchen mit mehr oder weniger Wasser, je nachdem man dieselbe dunkler oder blässer braucht. Rothen Karmin erhält man bei den Farbhändlern, als ein feines Pulver. Da diese Farbe sehr theilbar ist, so braucht man nur sehr wenig davon zum Gebrauch zuzurichten, und kann doch eine verhältnißmäßig große Fläche Papier damit roth färben. Man reibt den Karmin mit Wasser, in dem man etwas weißen Rantiszucker aufgelöst hat, auf einer mattgeschliffenen Glastafel oder auf einem Farbesteine, bis sich derselbe genugsam mit dem Zuckerwasser verbunden hat, und streicht ihn alsdann auf ein Stück Fensterglas, läßt ihn darauf trocknen, und wenn man davon gebrauchen will, so löst man mit dem Pinsel und reinem Wasser so viel, als nöthig, davon auf, und verdünnt die abgelöste Farbe mit Wasser im Zucknapfchen, bis sie die gewünschte Helligkeit hat. Auf gleiche Weise verfährt man mit dem blauen Karmin, der eine noch größere Theilbarkeit, als der rothe Karmin hat. In Ermangelung des blauen Karmins muß man Indigo nehmen, ihn auf einer mattgeschliffenen Glastafel mit etwas Zuckerwasser recht fein reiben, und auf ein Stück Fensterglas ganz dünn zum Trocknen aufstreichen. Streicht man den Indigo etwas zu dick

auf das Glas, so springt diese Farbe, wenn sie darauf trocken worden ist, sehr leicht von demselben wieder ab. Bequemer ist es, wenn man die rothe und blaue Farbe einzeln in Tafeln kaufen kann, wie sie in englischen Farbekasten zu haben ist. Beim Gebrauch dieser Tafeln muß man alsdann dasselbe beobachten, was §. 22 und 23 von den schwarzen Tuschtafeln gesagt worden ist. Indem man nun diese drei Farben bald mehr, bald weniger mit Wasser verdünnt, oder zwei derselben, oder alle drei, zu gleichen oder ungleichen Theilen zusammenmischt, kann man eine sehr große Menge sich bemerkbar unterscheidender Farbentöne erhalten, durch die man die verschiedenen Mixturen bezeichnen, und auf den ersten Anblick sogleich unterscheiden kann.

§. 97. Statt der schwarzen Tusche gebrauchen viele Zeichner lieber eine braune Farbe „Sepia“ genannt, die an Feinheit der chinesischen Tusche gleich kommt, aber einen angenehmeren Farbenton hat, als diese. Man erhält die Sepia aus der Gallenblase des Tintens oder Sepiasfisches, der häufig an der italienischen Küste gefangen, und dessen Blase mit der darin befindlichen schwarzbraunen Flüssigkeit getrocknet, von den Fischern an Künstler und Kunsthändler verkauft wird. Jetzt erhält man die Sepia fast bei allen Kunsthändlern in Tafeln geformt, wo man sie ohne weitere Zurichtung eben so gebrauchen kann, wie schwarze Tuschtafeln, und auch dasselbe dabei beobachten muß, was über diese §. 22 und 23 gesagt worden ist. Für diejenigen, welche Gelegenheit haben, getrocknete Gallenblasen des Sepiasfisches zu erhalten, wird es nützlich seyn, die Behandlungsart der rohen Sepia kennen zu lernen, weil dieselbe erst dadurch zu einer vorzüglichen, durchsichtigen Farbe wird, was sie im rohen Zustande nicht ist. Man kocht nämlich ein Stof Asche von hartem Holze in zwei Stof Regen- oder Flußwasser, eine halbe Stunde lang, und läßt dieselbe so lange ruhig stehen und erkalten, bis sich die schwereren Theile zu Boden gesetzt haben. Die darüber stehende Lauge muß aus der Asche soviel Laugensalz aufgelöst haben, daß sie sich fettig anfühlen läßt. Ist dies nicht der Fall, so muß man die Lauge nur etwas abdampfen lassen, alsdann filtrirt man sie durch Löss- oder Fließpapier.

In dieser filtrirten Lauge kocht man Glanzruß, (der sich in mehreren Schornsteinen ansetzt), so viel, als die Lauge auflösen im Stande ist, welche dadurch eine dunkelgelbbraune Farbe erhält. Nachdem man sie einige Stunden hat ruhig stehen lassen, gießt man die obere Flüssigkeit durch ein Stück feine Leinwand und hebt sie in einem verkorkten Glase zum Gebrauch auf. Wenn die Blase des Sepiasfisches, mit der darin getrockneten schwarzbraunen Galle einige Stunden im Wasser geweicht



wird, so kann man sie leicht von der darin befindlichen Farbe abziehen. Diese Farbe, oder Sepia, reibt man nun, statt mit Wasser, mit dem eben beschriebenen, in Lauge aufgelösten Glanzruße auf einem Farbesteine, oder auf einem mattgeschliffenen Spiegelglase, so fein als möglich, und streicht sie auf ein Stück Fensterglas, aber nicht zu dick, zum Trocknen auf. So viel, als man jedesmal zu gebrauchen denkt, löst man davon mit dem Pinsel ab, und thut sie ins Tuschnäpfchen.

Es ist einigermaßen schwierig, durch Worte oder Zahlen das richtige Verhältniß anzugeben, wieviel von der Lauge, oder von dem Glanzruße, oder von der Sepia genommen werden soll, damit diese braune Farbe die möglichste Vollkommenheit erhält. Durch einige angestellte Versuche wird man bald gewahr, wie man dieses Ziel erreichen kann. Ist nämlich zu viel oder zu starke Lauge dazu genommen worden, so wird die auf die Glastafel gestrichene Farbe bei feuchtem Wetter feucht werden, und von den auf Papier dunkel gestrichenen Flächen löst sich die Farbe beim Ueberstreichen zu leicht wieder auf. Um diesen Fehler zu verbessern, muß man die ganze Farbe von Neuem auf dem Farbesteine aufreiben, und etwas rohe Sepia nebst Glanzruß, der mit Wasser (aber nicht mit Lauge) gekocht ist, dazu thun. Ist zuviel Glanzruß darin, so glänzen die auf Papier dunkel aufgestrichenen Flächen zu stark; ferner, wenn man einige Tage an der unvollendeten Zeichnung nicht gearbeitet hat, so nehmen die dunkel getuschten Flächen der Zeichnung keine Farbe mehr an, so, als wenn das Papier mit Fett durchzogen wäre; alsdann muß man zur Farbe etwas rohe Sepia und Lauge dazu thun, und auf dem Reibsteine alles genugsam zusammenreiben. Ist aber zuviel rohe Sepia darin, so wird die Farbe mehr das Ansehen und die Beschaffenheit einer erdigen, als saftigen Farbe haben, und zu viel ins Schwarze fallen; alsdann muß man dieselbe mit einem Zusatze von Glanzruße und Lauge von Neuem aufreiben. Nur wenn man das richtige Verhältniß getroffen hat, bekommt man eine so schöne Saftfarbe, bei der für den Zeichner nichts zu wünschen übrig bleibt, und die in Hinsicht des schönen Ansehens und der größern Kraft der Farbe, große Vorzüge vor der schönsten chinesischen Tusche hat.

---

## Zweiter Abschnitt.

### Erstes Capitel.

#### Einleitung zur geometrischen Zeichenlehre.

§. 98. Die Zeichenkunst, allgemein genommen, ist die mit mathematischen und physikalischen Kenntnissen verbundene Geschicklichkeit, Darstellungen von körperlichen, entweder wirklichen, oder in der Idee vorhandenen Gegenständen, in ihrer natürlichen Größe, oder verkleinert, oder auch vergrößert, auf einer Fläche so darzustellen, daß das Bild eben so erscheint, als sähe man die Gegenstände hinter einer Fläche aufgestellt, und durch dieselbe hindurch.

§. 99. So würde man z. B. die Umrisse aller Gegenstände, die man durch die Fensterscheiben außerhalb des Zimmers erblickt, genau nachzeichnen können, wenn man mit un verrücktem Auge die Umrisse aller dahinter liegenden Gegenstände auf die Glasscheibe so zeichnete, daß diese gezeichneten Umrisse, die Umrisse der dahinter liegenden Gegenstände deckten.

§. 100. Bei dieser Verfahrensart, die Gegenstände darzustellen, wird man gar bald gewahr werden, daß sie dem Auge, im Verhältniß ihrer Länge, Breite und Höhe ganz anders erscheinen, als sie wirklich sind. Die Regeln, wie ein jeder Gegenstand, aus einem gegebenen Gesichtspunkte betrachtet, erscheint, und wie derselbe gezeichnet werden müsse, daß der Abriß davon eben so in die Augen falle, als ob man diesen Gegenstand selbst sähe, nennt man die perspektivische Zeichenlehre. Der Maler und Zeichner, der die Gegenstände aus der Natur oder Phantasie mit möglichster Treue und Genauigkeit darzustellen sucht, muß dieselben zeichnen, wie sie dem Auge erscheinen, aber nicht, wie das wahre Verhältniß ihrer Theile zum Ganzen ist, und muß deshalb seine Arbeiten nach den Regeln der Perspektive darstellen.

§. 101. Hingegen der Baumeister, der Ingenieur und mehrere Handwerker, die nach Zeichnungen Gegenstände in der Natur darstellen müssen, können dazu keine perspektivischen



Zeichnungen gebrauchen, sondern bedürfen anderer Zeichnungen, nach denen sie die Maaße der Länge, Breite und Höhe, und die wahren Verhältnisse aller Theile zum Ganzen, in die Natur übertragen können. Die Regeln für diese Art Zeichnungen nennt man geometrische Zeichenlehre.

§. 102. Der wesentliche Unterschied zwischen perspektivischen und geometrischen Zeichnungen besteht darin, daß man bei perspektivischen Zeichnungen annimmt, daß das Auge die zu zeichnenden Gegenstände nur aus einem einzigen, in bestimmter Entfernung gegebenen oder angenommenen Punkte betrachten dürfe, daß folglich alle Linien, die man von jedem beliebigen Punkte des Gegenstandes nach dem Auge ziehen würde, in dem einen Punkte, wo sich das Auge befindet, sich vereinigen würden. Denkt man sich nun, daß alle diese nach dem Auge gezogenen Linien in einer beliebigen Entfernung vom Auge, von einer senkrechten, durchsichtigen Fläche (Glastafel oder Zeichnentafel benannt) durchschnitten würden; so würden alle diese Linien, von der Zeichnentafel bis zum Auge, die Form eines Kegels, oder einer Pyramide haben, und die durch Linien verbundenen Durchschnittpunkte auf der Zeichnentafel würden die perspektivische Zeichnung geben.

§. 103. Bei den geometrischen Zeichnungen aber nimmt man an, daß das Auge aus einer unendlichen Ferne den zu zeichnenden Gegenstand übersähe, und sich senkrecht über jedem Punkte desselben befände, folglich alle Linien, welche von diesen Gegenständen aus jedem beliebigen Punkte nach dem Auge gezogen würden, mit einander parallel wären. Denkt man sich nun diese Linien durch die Zeichnentafel senkrecht durchschnitten, so würden sie alle zusammen von ihrem Durchschnitt bis zum Auge einen unendlich langen Cylinder oder ein unendlich langes Prisma bilden. Diese angenommenen Linien nennt man *Sehelinien* oder *Ansichtslinien*, und wenn man die Punkte, in welchen die Sehelinien die Zeichnentafel schneiden, durch Linien vereinigt, so erhält man die geometrische Zeichnung jenes Gegenstandes. Durch diese Annahme behalten die geometrisch gezeichneten Gegenstände das Verhältniß ihrer wirklichen Länge, Breite und Höhe, und nur dadurch ist es möglich, die Gegenstände, z. B. Häuser, Meubeln, Instrumente, Maschinen u. dgl. mehr, nach diesen Zeichnungen in die Wirklichkeit oder in die Natur überzutragen und darzustellen.

§. 104. Bei geometrischen Zeichnungen will man zeigen, wie das Verhältniß aller Theile eines Gegenstandes zum Ganzen wirklich ist; bei perspektivischen hingegen, wie uns dieses Verhältniß erscheint, und zwar in den mehesten Fällen durch die Regeln des Schönen bedingt. Der Zweck dieses Buchs ers

laubt fernerhin nur das anzuführen, was sich auf die geometrische Zeichenlehre bezieht.

§. 105. Die Zeichnentafel wird immer als eine ebene Fläche angenommen, die eine rechtwinklige Richtung gegen die Sehelinien hat. Während des Zeichnens nimmt man an, man könnte alle Kanten, Ecken, Flächen und Rundungen des abzubildenden Gegenstandes, nicht nur auf seiner Vorder- und Hinterseite, sondern auch selbst inwendig sehen.

§. 106. In den mehresten Fällen ist es zur genauen Bestimmung der Größe und Form eines Körpers hinlänglich, zweierlei Zeichnungen von denselben zu machen. Die eine Zeichnung, zu deren Vorfertigung man sich die Zeichnentafel horizontal, über oder unter den abzubildenden Körper gelegt, denkt, nach welcher Zeichnung man die Breiten und Längen des Körpers messen kann, nennt man Grundriß.

§. 107. Die andre Zeichnung, bei der man sich die Zeichnentafel vor oder hinter den abzubildenden Körper senkrecht aufgerichtet denkt, und darnach die Höhen des Körpers messen kann, wird Aufriß genannt. Nur durch Verbindung dieser beiden Zeichnungen ist es möglich, eine deutliche Vorstellung von den Verhältnissen der Breiten, Längen und Höhen eines Körpers zu geben.

§. 108. Oft ist es auch nothwendig, außer dem Aufrisse, (zu dem man die Hauptseite wählt), auch von den andern Seiten eines Körpers Zeichnungen zu machen, welche man Profile nennt. Um von der Construction der innern Theile eines Körpers eine deutliche Vorstellung zu geben, stellt man denselben oft auch so dar, als wenn er von einer Ebene durchschnitten, und die nach dem Auge zugewandte Hälfte weggenommen wäre, so daß man das Inwendige desselben sehen kann. Diese Darstellungen heißen Durchschnitte.

§. 109. Es wird Manchem vielleicht leichter werden, sich eine deutliche Vorstellung von einem geometrisch gezeichneten Grundriß und Aufriß zu machen, wenn man einen Bogen Papier so bricht, daß die eine Hälfte horizontal liegt, die andre Hälfte senkrecht steht, und den im Aufriß und Grundriß zu zeichnenden Körper auf die horizontale und vor die senkrechte Papierfläche stellt, alsdann von allen beliebigen Ecken und Punkten des Körpers perpendikuläre Linien (Sehelinien) auf die horizontale Papierfläche zieht, und die Punkte bezeichnet, in denen diese Linien auf die horizontale Fläche treffen. Vereinigt man nun die bezeichneten Punkte mit Linien, so hat man den Grundriß dieses Körpers gezeichnet. Eben so würde man den Aufriß dieses Körpers zeichnen, wenn man horizontale Linien (Sehelinien) von allen beliebigen Punkten und Ecken des Körpers auf die perpendikuläre Papierfläche zog, und die



Punkte, in welchen die horizontalen Linien die senkrechte Papierfläche treffen, mit Linien vereinigte.

§. 110. Die Zeichnung, die durch diese Verfahrensart erlangt wird, sey es nun auf der horizontalen oder senkrechten Tafel, nennt man eine *Projektion*. Die Projektion eines Punktes *a* im Raume, ist also der Punkt auf der horizontalen oder senkrechten Tafel, wohin die, vom Punkte *a* gezogene Sehelinie trifft. In eben dem Sinne sagt man „die Projektion dieser oder jener Linie oder Fläche“ u. s. w.

§. 111. Man bedient sich außer den perspektivischen und geometrischen, noch einer andern Art Zeichnungen, um Körper darzustellen, an denen man drei Seiten zugleich sichtbar machen will, die aber doch ihr wahres Verhältniß der Länge, Breite und Höhe behalten sollen. Man nennt diese Darstellungsart *Cavalierperspektive*. Eine Seite des in Cavalierperspektive zu zeichnenden Körpers wird, wie bei geometrischen Zeichnungen, parallel mit der senkrechten Zeichnentafel gezeichnet, die obere und die Seitenfläche setzt man, mit Beibehaltung des wahren Maasses, unter einem beliebigen Winkel, gewöhnlich von 45 Graden, an die horizontale und senkrechte Seite dieser Fläche an. Fig. 2 Tab. 1 und Fig. 57 sind auf diese Weise gezeichnet.

§. 112. Sowohl die geometrischen, als auch die in Cavalierperspektive gefertigten Zeichnungen können zwar, wie Jeder leicht einsehen kann, die Gegenstände nicht so darstellen, wie sie in der Wirklichkeit ins Auge fallen; indessen geben sie dennoch ein deutliches Bild von denselben, und erfüllen zugleich ihren Zweck, nämlich, das Maass von jedem Theile des Gegenstandes aus ihnen entnehmen, und in die Natur übertragen zu können, was bei perspektivisch gezeichneten Körpern nicht möglich ist.

§. 113. Da bei geometrisch gezeichneten Gegenständen alle Sehelinten als parallel angenommen werden, so sind die Bilder der Gegenstände ganz gleich, die Zeichnentafel mag nun vor oder hinter, über oder unter den Körper gestellt oder gelegt werden. Die Linie, in der die horizontale und perpendikuläre Zeichnentafel sich schneiden, nennt man die *Basis* der Zeichnentafel. Auf den zu dieser geometrischen Zeichenlehre gehörigen Kupfertafeln, ist die Basis bei jeder Figur nur mit einer Linie angegeben, was über dieser Linie steht, ist der Aufriss, was unter derselben steht, der Grundriss. Man muß sich dabei vorstellen, daß der vorher rechtwinklig gebrochne Papierbogen, welcher nach §. 109 die horizontale und perpendikuläre Zeichnentafel vorstellte, nach vollendeter Zeichnung des Grund- und Aufrisses, wieder zurückgebogen wäre, und nun als eine ebene Papierfläche erscheint.

§. 114. Die Richtung der Linien, Flächen und Körper gegen die horizontale, so wie gegen die senkrechte Zeichentafel kann nur auf dreierlei Weise gedacht werden: 1) in paralleler, 2) in rechtwinkliger, 3) in irgend einer schiefen Richtung. Wie nun ohne mathematische Lehrsätze, durch bloße Zeichnung, jede Art von Linien, Flächen und Körper im geometrischen Grund- und Aufriß dargestellt werden kann, soll folgende Anweisung anzeigen.

## Zweites Capitel.

Wie Linien und Flächen im Grund- und Aufriß geometrisch gezeichnet werden müssen.

### Erste Aufgabe.

Eine gerade, mit der Basis parallel laufende Linie  $ab$  in Grund- und Aufriß zu bringen.

Fig. 19.

§. 115. Die Linie  $ab$  wird, so lange sie in der Ebene der horizontalen Tafel liegt, im Aufrisse als die Linie  $a'b'$  in der Basis erscheinen; doch wenn dieselbe über der horizontalen Tafel im Raume so hoch läge, als die Länge der Linie  $a'a''$  beträgt, so würde sie im Aufrisse als die Linie  $a''b''$  erscheinen, im Grundrisse aber ihre Stelle nicht verändern.

§. 116. Die punktirte Linie  $aa'$  oder  $bb'$  giebt den Abstand der Linie  $ab$  von der senkrechten Tafel an, und  $a'a''$  oder  $b'b''$  die Höhe derselben über der horizontalen Tafel. Die Projektion der Linie  $ab$  muß auf der horizontalen Tafel immer an derselben Stelle erscheinen, man mag sich ihre Entfernung von der horizontalen Tafel so groß oder so klein denken, als man will. Desgleichen würde die Projektion der Linie  $ab$  immer im Aufrisse auf derselben Stelle, als die Linie  $a''b''$  anliegt, erscheinen, man mag ihre Entfernung  $aa'$  oder  $bb'$  von der senkrechten Tafel vergrößern, oder verkleinern, wie man will. Ferner wird die Linie  $ab$  im Aufrisse und Grundrisse stets in ihrer wahren Länge erscheinen, weil sie sowohl mit der horizontalen, als auch mit der senkrechten Tafel eine parallele Lage hat.



## Zweite Aufgabe.

Eine mit der senkrechten Tafel parallele Linie  
ab unter jedem beliebigen Winkel im Grund;  
und Aufriß zu zeichnen.

§. 117. So lange die Linie ab noch in die Ebene der horizontalen Tafel fällt, wird dieselbe nach §. 115 im Aufriß gezeichnet, als die gerade Linie ab in der Basis erscheinen. Denkt man sich aber dieselbe in dem Punkte b aufgehoben, so daß sie sich parallel mit der senkrechten Tafel um den Punkt a bewegt; so wird sie im Aufriße unter jedem Winkel in ihrer wahren Länge, in dem Grundrisse aber immer kleiner erscheinen, bis sie endlich, wenn sie im Aufriße eine senkrechte Richtung gegen die Basis bekommen hat, in dem Grundrisse als ein bloßer Punkt a erscheint.

Fig. 20.

§. 118. Man drückt dies mit andern Worten auch so aus: „Die Linien ab' im Grundrisse ist die Projektion der Linie ab' im Aufriße, ferner die Linie ab'' im Grundrisse ist die Projektion der Linie ab'' im Aufriße, und der Punkt a im Grundrisse ist die Projektion der Linie ab''' im Aufriße.“ Auf gleiche Weise kann man dies auch umgekehrt sagen „die Linie ab' im Aufriße ist die Projektion der Linie ab' im Grundrisse u. s. w.“

§. 119. Die von den Punkten b' und b'' senkrecht auf die Basis punktirten Linien, sind die Sehelinie, durch die bestimmt wird, wie groß bei jedesmaliger Richtung der Linie ab, dieselbe im Grundrisse erscheint. Beim Punkte b''' fällt die Sehelinie mit ab''' zusammen.

§. 120. Der Punkt b ist in dieser Figur 20 im Aufriße wie im Grundrisse, in vier verschiedenen Lagen vorgestellt, des halb ist er zwar bei veränderter Lage mit dem nämlichen Buchstaben bezeichnet, aber seine veränderte Lage durch die beigegefügt Striche ' ' ' ' ausgedrückt. Dieselbe Art, die verschiedenen vorkommenden Lagen ein und desselben Punktes in der nämlichen Figur, mit denselben Buchstaben, aber durch eine verschiedene Anzahl beigefügter Striche zu bezeichnen, und bei übereinstimmender Lage ganz gleiche Bezeichnung dieses Punktes im Grundrisse, wie im Aufriße zu gebrauchen, wird auch bei den übrigen Figuren beobachtet werden.

## Dritte Aufgabe.

Eine rechtwinklig gegen die Basis liegende Linie  
ab unter verschiedenen Winkeln im Grund;  
und Aufriß zu zeichnen.

§. 121. So lange die Linie ab in der Ebene der horizontalen Tafel rechtwinklig gegen die Basis liegt, erscheint dieselbe

Fig. 21.

im Grundrisse in ihrer wahren Länge, aber im Aufrisse als der Punkt  $a$  in der Basis. Wird aber die Linie  $ab$  bei  $b$  aufgehoben und um  $a$  gedreht, so, daß sie die rechtwinklige Richtung gegen die Basis dabei behält, so wird sie im Grundrisse immer kleiner erscheinen, bis sie endlich, wenn sie senkrecht auf der horizontalen Tafel zu stehen kommt, daselbst nur als ein Punkt erscheint. Hingegen wird diese Linie  $ab$ , welche im Aufrisse erst nur als ein Punkt in der Basis erschien, bei der vorher angezeigten Bewegung immer größer erscheinen, bis sie endlich senkrecht auf der horizontalen Tafel zu stehen kommt, wo sie alsdann in ihrer wahren Länge erscheint.

§. 122. Um sich von der Richtigkeit der angegebenen Größen  $a'b'$   $a''b''$  im Grund- und Aufrisse zu überzeugen, muß man sich vorstellen, daß auf einer Ebene, die vorher senkrecht auf der Linie  $ab$  und gegen beide Tafeln gestanden hat, und nunmehr parallel mit der senkrechten Tafel gelegt worden ist, der Viertelskreis beschrieben ist, welchen der Punkt  $b$  bei seiner Umdrehung um  $a$  gemacht hatte, woraus deutlich hervorgeht, daß als  $b$  bis  $b'$  aufgehoben worden war, die vom Punkte  $b'$  (im Zirkelbogen) auf die Basis gefällte senkrechte Linie  $b'r$ , die scheinbare Höhe der Linie  $ab$  im Aufrisse, und, für die nämliche Richtung, die Linie  $ra'''$  die scheinbare Länge der Linie  $ab$  im Grundrisse angeben müsse. Zu jeder andern beliebigen Richtung der Linie  $ab$ , wird man durch diese Verfahrensart leicht die scheinbare Höhe derselben im Aufrisse, und ihre scheinbare Länge im Grundrisse finden können.

§. 123. Die von dem Bogen aus den Punkten  $b$   $b'$   $b''$  gezogenen horizontalen punktirten Linien sind Gehelinien zur Projektion der Linie  $ab$  im Aufrisse, und die aus den Punkten  $b'$   $b''$   $b'''$  gefällten senkrechten Linien, sind die Gehelinien zur Projektion der Linie  $ab$  im Grundrisse in Profil gezeichnet.

§. 124. Die Auflösung dieser Aufgabe ist ein Beispiel für folgende Regeln:

1) Daß auf derjenigen Tafel, mit welcher eine Linie parallel geht, die Projektion derselben jedesmal in der wahren GröÙe erscheint.

2) Daß auf derjenigen Tafel, gegen welche eine Linie senkrecht steht, die Projektion derselben als ein Punkt hingegen auf der andern Tafel in der wahren GröÙe derselben erscheint.

3) Daß die Projektion einer Linie auf derjenigen Tafel jedesmal kleiner erscheint, gegen welche sie eine geneigte Lage hat.



## Vierte Aufgabe.

Eine Linie  $ab$ , die eine schräge Richtung gegen die senkrechte Tafel hat, unter verschiedenen Winkeln im Grund- und Aufrisse zu zeichnen.

§. 125. Wenn die Linie  $ab$  schräg gegen die senkrechte Tafel, aber parallel mit der horizontalen Tafel, oder mit derselben in gleicher Ebene liegt, so erscheint sie im Grundrisse in ihrer wahren Länge; im Aufrisse hingegen als die verkürzte Linie  $ab$  in der Basis, wie die im Grundrisse aus den Punkten  $a$  und  $b$  senkrecht gegen die Basis gezogenen punktirten Linien (Sehelinien) beweisen. Würde die Linie  $ab$  aber in  $b$  aufgehoben, und in einer, auf der horizontalen Tafel und der Linie  $ab$  senkrecht stehenden Ebene um dem Punkt  $a$  bewegt, so würde sie im Aufrisse immer größer erscheinen, bis sie in senkrechter Richtung gegen die horizontale Tafel, ihre wahre Größe erhält. Hingegen würde sie im Grundrisse immer kleiner werden, bis sie in senkrechter Richtung gegen die horizontale Tafel als ein Punkt erscheint.

Fig. 22.

§. 126. Man stelle sich vor, daß der Viertelkreis, welcher im Grundrisse aus dem Punkte  $a$  beschrieben worden ist, und die Bewegung des Punktes  $b$  um den Punkt  $a$  darstellt, auf eine Ebene gezeichnet wäre, die man um die Linie  $ab$ , wie um eine Achse bewegen könnte, und senkrecht auf die horizontale Tafel ausgerichtet hätte; so würden die in dieser Ebene bezeichneten Punkte die gleichbezeichneten Punkte und Linien im Aufrisse decken, die senkrechten Linien von  $b'$  und  $b''$  bis zur Basis, den Linien  $b'b'$  und  $b''b''$  im Grundrisse gleich seyn, und der aus  $a$  beschriebene Viertelkreis als ein elliptischer Bogen im Aufrisse erscheinen.

§. 127. So erscheinen auch die Winkel  $b'ab$  und  $b''ab$  im Aufrisse nicht in ihrer wahren Größe, sondern größer, als sie wirklich sind, wie man durch den Vergleich derselben mit dem im Grundrisse gezeichneten Viertelzirkel, in dem diese Winkel in ihrer wahren Größe gezeichnet sind, sehen kann. Man nennt diese Winkel deshalb Scheinwinkel oder scheinbare Winkel.

§. 128. Demnach lassen sich alle Linien und Winkel in geometrischen Grund- und Aufriß bringen. Auch kann man umgekehrt, die wahre Länge einer verkürzten Linie, und den wahren Winkel, den dieselbe mit der horizontalen Ebene macht, finden, wenn nämlich ihre Richtung zur Basis im Grundrisse bekannt ist.

## Fünfte Aufgabe.

§. 129. Es sey z. B. der Scheinwinkel  $bac$  und die verkürzte Linie  $ab$ , so wie ihre Richtung im Grundrisse zur Basis

durch die Linie  $de$  gegeben. Zieht man nun senkrechte Linien von den Punkten  $a$  und  $b$  auf die Linie  $de$ , so ist  $gf$  die wahre Länge der verkürzt erscheinenden Linie  $ac$ , und wenn  $fh$  senkrecht auf  $fg$  gestellt, und gleich  $bc$  gemacht wird; so giebt der Winkel  $fgh$  die wahre Größe des Scheinwinkels  $bac$  an, und  $gh$  die wahre Länge der Linie  $ab$ .

§. 130. Es ist den Anfängern sehr zu rathen, Alles, was in den vorhergehenden Aufgaben über die Lage der Linien, und wie dieselben im Grund- und Aufrisse erscheinen, sich möglichst dadurch zu versinnlichen, daß sie die verschiedenen Lagen der Linien in der Wirklichkeit nachahmen, und sich mit Hülfe eines rechtwinklig gebrochenen Bogens (siehe §. 109) mit eignen Augen von der Wahrheit der Angaben überzeugen. Wer die Aufgaben über die Linien recht begriffen hat, wird auch die folgenden Aufgaben über Flächen und Körper leicht begreifen.

#### Sechste Aufgabe.

Ein horizontal liegendes Rechteck, dessen zwei Seiten parallel mit der Basis gehen, unter verschiedenen Winkeln, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, wenn es um die Linie  $ab$ , wie um eine Achse gedreht wird.

Fig. 24.

§. 131. Das Rechteck  $abcd$  erscheint im Aufrisse unter jedem Winkel als eine gerade Linie  $abcd\ abc'd'\ abc''d''\ abc'''\ d'''$ , weil die Linien  $ab$  und  $cd$  unter jedem beliebigen Winkel rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet bleiben, folglich nach §. 124 nur als Punkte erscheinen können, und die Linien  $ac$  und  $bd$  sich deshalb decken müssen. Im Grundrisse aber erscheint das Rechteck in horizontaler Lage (folglich parallel mit der horizontalen Tafel) in seiner wahren Größe. Wird es aber bei  $cd$  aufgehoben, und um die Linie  $ab$  wie um eine Achse gedreht, so erscheint es bei fortgesetzter Bewegung immer kleiner, bis es endlich, so bald das Rechteck eine senkrechte Richtung gegen die horizontale Tafel bekommen hat, auch im Grundrisse als die gerade Linie  $ab$  erscheint.

Die Linie  $cd$  deckt in dieser Stellung die Linie  $ab$ , im Aufrisse aber wird die Linie  $ac$  von der Linie  $bd$  gedeckt.

#### Siebente Aufgabe.

Ein in der Ebene der horizontalen Tafel liegendes Rechteck  $abcd$ , dessen Umdrehungsachse  $ab$  parallel mit der Basis geht, unter verschiedenen Winkeln im Grund- und Aufrisse zu zeichnen.

Fig. 25.

§. 132. Wenn das Rechteck  $abcd$  im Grundrisse, in horizontaler Lage, in seiner wahren Größe erscheint, so erscheint



es im Aufrisse als die Linie  $ab$  in der Basis. Wird es aber bei der Linie  $cd$  aufgehoben, und um  $ab$  wie um eine Achse gedreht, so wird es, bei fortgesetzter Bewegung, im Grundrisse immer kleiner erscheinen, bis es, in senkrechter Stellung, auf der horizontalen Tafel nur als die Linie  $ab$  erscheint. Hingegen im Aufrisse wird bei fortgesetzter Bewegung die Größe des Rechtecks immer zunehmen, bis es in senkrechter Richtung gegen die horizontale Tafel, oder was gleichviel ist, in paralleler Richtung mit der senkrechten Tafel in seiner wahren Größe im Aufrisse erscheint.

§. 133. Die gleiche Bezeichnung der Buchstaben im Aufrisse und im Grundrisse, zeigt an, daß, wenn das Rechteck im Grundrisse so groß als  $abc'd'$  erscheint, es im Aufrisse auch als das Rechteck  $abc'd'$  erscheinen wird. Den Beweis giebt der neben das Viereck im Aufrisse und Grundrisse gezeichnete Viertelkreis, der die Bewegung des Rechtecks um die Linie  $ab$  darstellt, welchen man sich als eine Ebene denken muß, die im Aufrisse auf die Linie  $ac'''$ , und im Grundrisse auf die Linie  $ac$  rechtwinklig mit der Tafel gestellt war, und zurückgelegt ist, so daß sie nun mit beiden Tafeln eine parallele Lage hat. Man sehe zugleich §. 121 bis §. 124 darüber nach. Diese Viertelkreise sind die Profilzeichnungen der Bewegungen des Rechtecks um  $ab$ .

#### Achte Aufgabe.

Ein Rechteck, dessen Umdrehungsachse  $ab$  eine schräge Richtung gegen die Basis hat, unter verschiedenen beliebigen Winkeln in Grund- und Aufriß zu bringen.

§. 134. Liegt das Rechteck in der Ebene der horizontalen Tafel, so erscheint es im Grundrisse in seiner wahren Gestalt und Größe, im Aufrisse aber nur als die gerade Linie  $abcd$  in der Basis. Wird es nun bei  $cd$  aufgehoben, und um  $ab$  gedreht, so wird es im Grundrisse immer kleiner erscheinen, bis es in senkrechter Richtung gegen die horizontale Tafel daselbst nur als eine gerade Linie erscheint.

Fig. 26.

§. 125. Hier ist im Grundrisse wieder, wie bei voriger Aufgabe, durch den, neben  $bd$  gezeichneten Viertelkreis, die Profilzeichnung der Bewegung des Rechtecks um  $ab$  ausgedrückt. Im Aufrisse erscheint dieser Viertelkreis als zwei elliptische Bogen  $d'a'd'''$  und  $cc'c''c'''$ , denn  $bd$ , so wie  $ac$  wird während der Bewegung scheinbar länger, bis beide Linien in senkrechter Richtung gegen die Basis in ihrer wahren Größe erscheinen. Das Rechteck selbst erscheint im Aufrisse während seiner Umdrehung als die verschobenen Vierecke  $abc'd'$  und

$abc''d''$ , bis es eine senkrechte Richtung gegen die horizontale Tafel bekommt, wo es als das Rechteck  $abc'''d'''$  zwar wieder rechtwinklig, aber nicht in seiner wahren Größe erscheint.

#### Neunte Aufgabe.

Ein auf die horizontale Tafel schief gegen die Basis gelegtes Quadrat  $abcd$ , unter einer mit der Basis parallel angenommenen Umdrehungsachse  $b'''ac'''d'''$ , unter verschiedenen Winkeln, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen.

Fig. 27.

§. 136. Wenn das Quadrat in der Ebene der horizontalen Tafel liegt, so erscheint dasselbe im Grundrisse in seiner wahren Größe, im Aufrisse aber, als die Linie  $bacd$  in der Basis. Wird nun das Quadrat bei dem Punkte  $c$  aufgehoben, so, daß es sich um den Punkt  $a$ , wie um eine Achse dreht, wobei aber der Punkt  $c$  sich in einer Ebene fortbewegt, welche auf der Linie  $cc'''$  und der horizontalen Tafel senkrecht steht; so würde die senkrecht gegen  $cc''$  gerichtete Linie  $b'''ac'''d'''$  zu dieser Bewegung die Achse seyn, und der Punkt  $c$  bei seiner Umdrehung den Viertelkreis  $cc''c'''$  beschreiben, den man sich dabei auf  $cc'''$  senkrecht aufgerichtet denken muß. Die andern beiden Eckpunkte  $b$  und  $d$  des Quadrats werden Bogen beschreiben, deren Radien ihren Abständen von der Linie  $b'''ac'''d'''$  gleich sind.

§. 137. Wird nun der längste Radius  $cc'''$  unter einem beliebigen Winkel, (unter welchem man das Quadrat vorstellen will,) nach dem Bogen  $cc''c'''$  gezogen, und diese Linie durch die Bogen durchschnitten, welche die Bewegung der Punkte  $b$  und  $d$  bezeichnen, und die vom Punkte  $c'''$  aus, als den gemeinschaftlichen Mittelpunkt, beschrieben werden müssen, so geben die Durchschnittspunkte die jedesmalige Höhe der Punkte  $b$  und  $d$  durch herübergezogene Horizontallinien an, und man kann auf diese Weise das Quadrat für jeden angenommenen Winkel zeichnen.

Wenn das Quadrat perpendicular auf der horizontalen Tafel zu stehen kommt, so erscheint es im Grundrisse als die Linie  $b'''ac'''d'''$ , im Aufrisse aber bekommt es seine wahre Gestalt.

#### Zehnte Aufgabe.

Ein auf der horizontalen Tafel schief gegen die Basis liegendes Quadrat  $abcd$ , das nach der gegebenen Richtung der Linie  $cc''$  oder  $cd''$ , sich um die Linie  $b''d''$ , wie um eine Achse bewegen soll, unter verschiedenen Winkeln in Grund- und Aufriß zu bringen.

Fig. 28.

§. 138. Wenn man aus den Ecken des Quadrats  $b$ ,  $c$  und  $d$  senkrechte Linien auf die als Umdrehungsachse angenom-



mene Linie  $b''d''$  zieht, und sich auf diese Linien  $bb''$ ,  $cc''$  u.  $dd''$  auf der horizontalen Tafel senkrecht gestellte Ebenen denkt, so werden sich bei Umdrehung des Quadrats die Punkte  $b$ ,  $c$  und  $d$  in diesen senkrechten Ebenen fortbewegen müssen; folglich, wenn das Quadrat auf der horizontalen Tafel senkrecht aufgerichtet steht, würden die Punkte  $b$  über  $b''$ ,  $c$  über  $c''$ ,  $d$  über  $d''$  zu stehen kommen, und das Quadrat würde als die Linie  $b''c''ad''$  erscheinen. Soll nun das Quadrat unter einem gegebenen Winkel  $cd''c'$  dargestellt werden, so muß diese Bewegung der drei Eckpunkte des Quadrats, nämlich der Punkte  $b$ ,  $c$  und  $d$  um die Umdrehungsachse, durch die, mit den Radien  $bb''$   $cc''$  und  $dd''$  beschriebenen Viertelkreise ausgedrückt werden. Der Punkt  $a$  liegt in der Umdrehungsachse, und bleibt deshalb unter jeder Richtung des Quadrats an seiner Stelle. Die Durchschnittpunkte, in denen diese drei Viertelkreise die Linie  $c'd''$  schneiden, müssen die jedesmalige Höhe der drei Eckpunkte des Quadrats  $b$ ,  $c$  und  $d$  bestimmen, da durch die Linie  $c'd''$  die gegebene Richtung des Quadrats ausgedrückt wird. Wenn nun von diesen Durchschnittpunkten  $c'd''b'$  Horizontallinien nach den Linien  $cc''$   $dd''$   $bb''$  gezogen werden, so werden die Punkte, in denen sich diese Linien schneiden, die gesuchten Ecken des Quadrats seyn, und dasselbe kann durch Vereinigung dieser Punkte im Grundriß gezeichnet werden.

§. 139. Zur Zeichnung des Aufrisses sind daselbst dieselben drei Viertelkreise, wie im Grundrisse beschrieben worden. Wo diese Bogen die Linie  $c'a$  durchschneiden, sind die Höhen der drei Ecken  $b$ ,  $c$  und  $d$  des Quadrats, und da, wo die, durch diese Durchschnittpunkte gezogenen Horizontallinien, die aus den correspondirenden Punkten im Grundrisse gezogenen senkrechten Linien durchschneiden, sind die gesuchten Eckpunkte des Quadrats durch deren Vereinigung man das Quadrat im Aufrisse vollenden kann.

§. 140. Die Richtung der Linie  $c'a$  muß nach §. 122 gefunden werden, damit das Quadrat unter demselben Neigungswinkel im Aufrisse dargestellt wird, unter dem es im Grundrisse gezeichnet worden ist.

§. 141. Aus den vorhergehenden Aufgaben über geometrische Zeichnung der Flächen geht hervor:

1) Liegt eine Fläche parallel mit der Tafel, so wird die Projektion derselben ihre wahre Größe darstellen.

3) Liegt die Fläche senkrecht gegen die Tafel, so ist ihre Projektion eine gerade Linie.

4) Liegt eine Fläche schräg gegen die Tafel, so ist die Projektion derselben kleiner, als ihre wahre Größe.

## Elfte Aufgabe.

Eine in der Ebene der horizontalen Tafel liegende Zirkelfläche, unter verschiedenen Winkeln im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, wenn ihre Umdrehungsachse  $c''ad''$  senkrecht gegen die Basis gerichtet ist.

Fig. 29.

§. 142. Im Grundrisse erscheint diese Fläche horizontal liegend, in ihrer wahren Gestalt, aufgehoben, als eine immer schmaler werdende Ellipse. und senkrecht gestellt, als die Linie  $c''ad''$ . Im Aufrisse erf. sint sie unter jedem Winkel als die Linie  $ab\ ab'\ ab''$ . Was §. 141 von den Flächen überhaupt gesagt worden ist, muß auch von den Zirkelflächen gelten, wie Jeder sich bald durch eignen Anblick überzeugen kann. Hier soll nur noch angegeben werden, wie die Ellipse für die angenommene Neigung der Zirkelfläche konstruirt worden ist.

§. 143. Nachdem die horizontal liegende Zirkelfläche im Grundrisse beschrieben worden ist, ziehe man einen Durchmesser perpendicular gegen die Basis, welcher den Zirkelbogen in den Punkten  $d$  und  $c$  schneiden wird. Den zweiten Durchmesser ziehe man horizontal mit der Basis, welcher den Zirkelbogen in den Punkten  $b$  und  $a$  schneiden wird. Alsdann ziehe man durch den Punkt  $d$  und  $c$  Parallelen mit der Basis, und durch  $b$  und  $a$  Perpendicularlinien gegen die Basis, so hat man um den Zirkelbogen ein Quadrat gezeichnet, das den Kreis in den Punkten  $a, c, b, d$  berührt. Zieht man alsdann zwei Diagonalen des Quadrats, so werden diese den Zirkelbogen in den Punkten  $e, f, g, h$  schneiden. Verbindet man diese Punkte durch Linien, so hat man innerhalb des Zirkels ein Quadrat gezeichnet, dessen Eckpunkte in den Zirkelbogen liegen. Auf diese Weise sind acht Punkte  $a, h, c, g, b, f, d, e$  im Zirkelbogen bestimmt, in denen sich zugleich die horizontalen und perpendicularen Seiten der Quadrate schneiden.

Will man nun der Zirkelfläche eine Neigung geben, so daß sie sich in der Richtung des Durchmessers  $ab$ , um den Punkt  $a$  bewegt, und es soll die Linie  $ab'$  im Aufrisse die beliebig angenommene Neigung der Zirkelfläche ausdrücken, so verlängere man die senkrecht gegen die Basis liegenden Seiten des äußern und inneren Quadrats, bis zur Basis, die durch diese Linien in den Punkten  $b, f, d, e, a$  getroffen wird. Nach §. 124 und 131 sind aber diese Punkte in der Basis die Projektionen der senkrecht gegen die Basis stehenden Seiten beider Quadrate, und wenn von diesen Punkten aus, mit den Radien  $ab, af, ad, ac$  Bogen auf  $ab'$  gezogen werden, so müssen die Punkte, in denen die Linie  $ab'$  durch diese Bogen geschnitten wird, die Projektionen der Seiten beider Quadrate für die aufgerichtete



Zirkelfläche seyn. Diese Quadrate werden aber auch verkürzt, und als Parallelogramme erscheinen, und es müssen in ihren Seiten die acht Punkte für die verkürzte Zirkelfläche liegen. Um dieselben zu bestimmen, ziehe man aus den Punkten  $b'$ ,  $f'$ ,  $d'$ ,  $e'$ ,  $a'$  Perpendikularlinien in den Grundriß, so werden die Punkte, in welchen diese Perpendikularlinien, die mit der Basis parallel laufenden Seiten des äußern und innern Quadrats schneiden, die acht gesuchten Punkte für die verkürzte Zirkelfläche seyn. Verbindet man aus freier Hand diese Punkte durch eine krumme Linie, so ist die verkürzte Zirkelfläche vollendet, und erscheint als eine regelmäßige Ellipse.

### Zwölfte Aufgabe.

Eine Zirkelfläche, in verschiedener Richtung, im Grund- und Aufriß zu zeichnen, wenn sie um ihren Durchmesser  $ad$ , wie um eine Achse, gedreht wird, welcher senkrecht auf der horizontalen Tafel steht.

§. 144. Der Durchmesser  $ad$ , um den sich die Zirkelfläche dreht, erscheint im Grundriße als der Punkt  $z$ . Die Zirkelfläche selbst aber unter jeder Richtung nur als eine Linie, bald als  $cb$  oder  $c'b'$ , oder  $c''b''$ . Im Aufriße hingegen erscheint die Fläche in paralleler Richtung mit der senkrechten Tafel in ihrer wahren Gestalt. Wenn aber der horizontale Durchmesser  $cb$  während des Umdrehens eine senkrechte Richtung gegen die senkrechte Tafel bekommt, so erscheint die Zirkelfläche auch im Aufriße als die gerade Linie  $ad$ , welche außerdem die Umdrehungsachse ist. In jeder andern Richtung erscheint die Zirkelfläche im Aufriße als eine Ellipse.

Fig. 30.

§. 145. Soll die Zirkelfläche als Ellipse nach einer gegebenen Richtung dargestellt werden, so könnte dies auf gleiche Weise, wie bei voriger Figur angezeigt worden ist, mit Hülfe eines äußern und innern Quadrats geschehen, wenn man nämlich den Grundriß von Fig. 29 zum Aufriß von Fig. 30, und den Aufriß von Fig. 29 zum Grundriß von Fig. 30 machte. Hier ist aber eine andre Verfahrensart gewählt, die auch zur Auflösung der folgenden Aufgaben mehrentheils gebraucht werden wird.

§. 146. Man beschreibe in beliebiger Entfernung von der Basis im Grundriße zuerst den Zirkelbogen, welcher hier nicht die darzustellende Zirkelfläche, sondern den Weg bezeichnet, den die Endpunkte des horizontal liegenden Durchmessers während ihrer Umdrehung beschreiben, ziehe einen Durchmesser  $cb$  parallel mit der Basis und einen andern  $c''b''$  senkrecht gegen die Basis, den man nach Gutdünken über die Basis auf die senk-

rechte Tafel verlängert, und gebe durch die Linie  $c'b'$  die beliebige angenommene Richtung der Zirkelfläche an. Den mit der Basis parallel gehenden Durchmesser theile man in sechs gleiche Theile, und beschreibe mit den Radien 3,1. 3,2. 3,4. 3,5. Bogen, welche die Linie  $c'b'$  in den Punkten 1' 2' 4' 5' schneiden werden, wodurch  $c'b'$  eben so eingetheilt wird als  $cb$ . Man mache nun 3'a im Aufrisse gleich 3b im Grundrisse, beschreibe mit dem Radius 3'a einen Zirkelbogen und ziehe in demselben den Durchmesser  $cb$  parallel mit der Basis. Alsdann ziehe man aus den End- und Theilungspunkten der Linie  $c'b'$ , so wie aus den Theilungspunkten 1 und 2 des, mit der Basis parallelen Durchmessers  $cb$ , senkrechte Linien aus dem Grundrisse in den Aufriß, welche letztere den Zirkelbogen in den Punkten 1,1 und 2,2 schneiden werden.

Da nun die über die Punkte 1', 2', 4', 5', der Linie  $c'b'$  (im Grundrisse) zu errichtenden Sehnen dieselbe Länge, als (im Aufrisse) die Sehnen 1,1 und 2,2, haben müssen, so braucht man nur, durch die Durchschnittspunkte 1,1 und 2,2 (im Umkreise des Aufrisses) Horizontallinien zu ziehen, denn, wo diese die, aus den Theilungspunkten 1', 2', 4', 5', der Linie  $c'b'$  in den Aufriß gezogenen, senkrechten Linien schneiden, müssen die gesuchten Punkte im Umkreise des verkürzten Zirkels liegen. Die Verbindung der gefundenen Punkte, durch eine aus freier Hand gezogene krumme Linie giebt den verkürzten Zirkelbogen, der als eine regelmäßige Ellipse erscheint.

§. 147. Diese Verfahrensart, verkürzte Zirkel nach einer gegebenen Richtung zu konstruiren, hat vor der in §. 143 angezeigten, den Vorzug, daß man ohne Schwierigkeit eine so große Anzahl Punkte zu dem Umkreise der Ellipse bestimmen kann, als man will, indem man nur mehr Theile auf dem Durchmesser annimmt. Bei der in §. 143 angezeigten Verfahrensart bekommt man nur 8 Punkte für den Umkreis der Ellipse bestimmt, bei dieser hingegen erhält man 12 Punkte, und wenn man den, an dem Umkreise zunächst stehenden Theil 1' bis  $c'$ , oder 5' bis  $b'$  der Linie  $c'b'$  noch in die Hälfte theilt, so erhält man 16 Punkte, durch die man den Umkreis eines verkürzten Zirkels, von der Größe, wie Fig. 30, sehr leicht aus freier Hand ziehen kann, weil alsdann der Bogen von 5' bis  $b'$  oder von 1' bis  $c'$  nicht zu lang wird.

§. 148. Es ist nicht nothwendig, sondern nur bequemer, von der Mitte des Durchmessers  $cb$  aus, nach beiden Seiten gleich große Theile abzustecken, denn man könnte eben so gut auch den Durchmesser  $cb$  in Theile von verschiedener Länge theilen, und dennoch die Aufgabe lösen. Wenn man nämlich durch die, in verschiedener Entfernung angenommenen Theilungspunkte des Durchmessers  $cb$ , Sehnen rechtwinklig zieht,



alsdann dieselben Entfernungen der Theilungspunkte auf die oben beschriebene Weise, auf den verkürzten Durchmesser  $c'b'$  bringt, und die, zu jedem Theilungspunkte gehörende Sehne, für die verkürzte Zirkelfläche abträgt, so muß man durch Vereinigung der gefundenen Punkte, dieselbe elliptische Linie erhalten, die man bei gleicher Zertheilung des Durchmessers  $cb$  erhielt.

§. 149. Je mehr Theilungspunkte man in dem Durchmesser  $cb$  annimmt, desto mehr Sehnen, und folglich desto mehr Punkte zu dem Umkreise des verkürzten Zirkels wird man erhalten, durch deren Verbindung man diesen Umkreis desto genauer aus freier Hand wird zeichnen können.

### Dreizehnte Aufgabe.

Eine mit der horizontalen Tafel parrallel liegende Zirkelfläche  $abcd$ , unter verschiedenen Richtungen, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, wenn deren Durchmesser  $dc$  rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet ist, und beim Punkte  $d$  aufgehoben, derselbe sich um den Punkt  $c$  in einer Ebene bewegt, die senkrecht auf  $cd$  und der horizontalen Tafel steht.

§. 150. So lange die Zirkelfläche parallel mit der horizontalen Tafel liegt, so erscheint dieselbe im Grundrisse in ihrer wahren Gestalt als die Zirkelfläche  $acbd$ , aufgerichtet, erscheint sie als eine Ellipse  $a'cb'd'$ , in senkrechter Richtung aber, als die Linie  $a''cb''$ . Im Aufrisse erscheint sie in horizontaler Lage als die Linie  $acb$  in der Basis, aufgerichtet, als eine Ellipse  $a'cb'd'$ , und in paralleler Richtung mit der senkrechten Tafel, in ihrer wahren Größe, als die Zirkelfläche  $a''cb''d''$ .

§. 151. Um die verkürzten Zirkelflächen zeichnen zu können, ist der Durchmesser  $cd''$  der Zirkelfläche  $a''cb''d''$  im Aufrisse in 6 gleiche Theile getheilt, und dieselbe Zertheilung durch Zirkelbogen auf die Linie  $ad''$  abgetragen worden, welche angiebt, wie viel der Punkt  $d$ , bei seiner Bewegung um den Punkt  $c$ , ist aufgehoben worden. Es müssen folglich die, aus den Theilungspunkten der Linie  $ad''$  gezogenen Horizontallinien, die Höhe der verkürzten Zirkelfläche im Aufrisse, und die aus denselben Theilungspunkten auf die Basis gezogenen Perpendikularlinien, auf der Basis die Breite der verkürzten Zirkelfläche im Grundrisse angeben. Die Länge der, durch die Theilungspunkte des Durchmessers  $cd''$  der Zirkelfläche  $a''cb''d''$  gezogenen, Sehnen, bleibt auch für die verkürzten Zirkelflächen im Grund- und Aufrisse sich gleich, weshalb die aus den Punkten 5 und 4 gezogenen Perpendikularlinien, die Länge der Sehnen in beiden verkürzten Zirkelflächen abschneiden.

§. 152. Diese aus den Theilungspunkten der Linie  $ad''$  auf die Basis gefällten Perpendikularlinien, sind die Sehlinien für die Breite der Ellipse im Grundrisse, und die, durch dieselben Theilungspunkte gezogenen Horizontallinien, sind die Sehlinien für die Höhen der Ellipse im Aufrisse.

#### Vierzehnte Aufgabe.

Eine auf der horizontalen Tafel horizontal liegende Zirkelfläche  $adbc$ , deren Durchmesser  $ab$  eine schiefe Richtung gegen die Basis hat, unter verschiedenen Winkeln im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, wenn diese Fläche in der Richtung der Linie  $ab$  um die, mit derselben rechtwinklig gezogene Linie  $d''ac''$ , wie um eine Achse gedreht wird.

Fig. 32.

§. 153. In ihrer horizontalen Lage erscheint die Zirkelfläche  $adbc$  im Grundrisse in ihrer wahren Gestalt und Größe, im Punkte  $b$  aufgehoben, erscheint sie als die Ellipse  $ad'b'c'$ , und in senkrechter Richtung gegen die horizontale Tafel, erscheint sie als die Linie  $d''ac''$ . Im Aufrisse erscheint sie in horizontaler Lage als die Linie  $eaf$ , aufgehoben, als die Ellipse  $ad'b'c'$ , und in senkrechter Richtung gegen die horizontale Tafel, als die Ellipse  $ad''b''c''$ .

§. 154. Da die Ebene, in der sich der Durchmesser  $ab$  der Zirkelfläche  $adbc$ , um den Punkt  $a$  bewegen soll, eine senkrechte Richtung gegen die horizontale, aber eine schiefe gegen die senkrechte Tafel hat, so haben die Sehnen 1.1, 2.2, 4.4 und 5.5, durch welche der Durchmesser  $ab$  rechtwinklig in 6 gleiche Theile getheilt worden ist, auch eine schiefe Lage gegen die Basis, (um nicht durch zu viele Linien eine Verwirrung zu veranlassen, sind die Sehnen 1.1 und 2.2 weggelassen) und müssen deshalb nur im Grundrisse in ihrer wahren Länge, im Aufrisse aber in verkürzter Länge erscheinen (siehe §. 124). Man muß folglich, um die verkürzte Länge der Sehnen zur Konstruktion der beiden Ellipsen im Aufrisse zu finden, von den Endpunkten der Sehnen im Grundrisse, Perpendikularlinien aus dem Grundrisse in den Aufriss ziehen. Deshalb muß zuerst die verkürzte Zirkelfläche im Grundrisse gezeichnet werden.

§. 155. Nachdem durch die Richtung der Linie  $ab''$  (neben dem Aufrisse) bestimmt worden ist, wieviel der Punkt  $b$  über die horizontale Tafel aufgehoben, dargestellt werden soll, so geben die aus den Punkten 1', 2', 3', 4', 5',  $b'$  der Richtungslinie  $ab'$  auf die Basis gefällten Perpendikeln, die Abstände der Theilungspunkte, und zusammen, die Länge des verkürzten Durchmessers im Grundrisse an. Wenn nun die Abstände der Thei-



lungspunkte auf die Linie  $ab$  im Grundrisse  $b$  von der Basis abgetragen, und durch die Theilungspunkte mit  $ab$  rechtwinklige Linien gezogen worden, (die in der verkürzten Zirkelfläche im Grundrisse mit  $1', 2', d', c', 4'$  und  $5'$  bezeichnet sind), so werden die, aus den Punkten  $4$  u.  $4', 5$  und  $5'$  des Umkreises  $adbc$  parallel mit  $ab$  gezogenen Linien, die Längen der Sehnen  $4'$  und  $5'$ , und folglich auch die gleich großen Sehnen  $2'$  und  $1'$  für die Ellipse  $ad'b'c'$  abschneiden. Vereinigt man deren Endpunkte durch eine elliptische Linie, so hat man den Umkreis der verkürzten Zirkelfläche  $ad'b'c'$  vollendet.

§. 156. Zu der verkürzten Zirkelfläche im Aufrisse in derselben Richtung, als  $ad'b'c'$  im Grundrisse hat, erhält man die Höhen der Theilungspunkte des Durchmessers  $ab'$  durch Horizontallinien, die von den Punkten  $1', 2', 3', 4', 5'$  und  $b'$  der Richtungslinie  $ab'$  in den Aufriß gezogen worden sind. Wenn alsdann aus allen den Punkten, in welchen die Sehnen und Durchmesser der verkürzten Zirkelfläche  $ad'b'c'$  (im Grundrisse) den Umkreis derselben schneiden, Perpendikularlinien aus dem Grundrisse in den Aufriß gezogen werden, so werden die dadurch entstehenden Durchschnittspunkte auf den korrespondirenden Horizontallinien die Längen der Sehnen und Durchmesser abschneiden, durch deren Endpunkte man alsdann aus freier Hand den Umkreis der verkürzten Zirkelfläche oder Ellipse  $ad'b'c'$  im Aufrisse beschreiben kann. Damit nicht durch zu viele, aus dem Grundrisse in den Aufriß gezogene Perpendikularlinien, eine Verwirrung der Linien veranlaßt würde, so sind auf der Kupfertafel, Fig. 32, die, zur Zeichnung der Ellipse  $ad'b'c'$  nöthigen Punkte, auf eine andre Weise gefunden worden. Es ist nämlich zuerst die Lage und Größe des Durchmessers  $ab'$  im Aufrisse durch die, aus den Endpunkten des Durchmessers  $ab'$  im Grundrisse gezogenen, Perpendikularlinien bestimmt worden. Alsdann sind im Grundrisse aus den Endpunkten der Sehnen  $4, 4', 5, 5'$  und des Durchmessers  $d$  und  $c$ , Linien parallel mit  $ab$  auf die Umdrehungsachse  $d''ac''$  gezogen worden, welche dieselbe in den Punkten  $d'', 4'', 5'', 5'', 4'', c''$  treffen. Alle diese Punkte sind nun von da durch Perpendikularlinien auf die Basis konstruirt, und aus diesen Punkten Parallellinien mit dem Durchmesser  $ab'$  gezogen worden. Wo dieselben nun von den korrespondirenden, aus den Punkten  $1', 2', 3', 4', 5'$  der Richtungslinie  $ab'$  gezogenen, Horizontallinien geschnitten worden, sind die gesuchten Punkte, durch deren Verbindung man den verkürzten Zirkel  $ad'b'c'$  aus freier Hand zeichnen kann.

§. 157. Wenn die Zirkelfläche in senkrechter Richtung gegen die horizontale Tafel im Aufrisse gezeichnet werden soll, so ziehe man aus dem Punkte  $a$  im Grundrisse, eine senkrechte

Linie in den Aufriß von angemessener Länge, und bezeichne dar: auf die Länge des Durchmessers  $ab'' = ab$  (im Grundrisse), (denn dieser Durchmesser bekommt die wahre Größe, obschon die ganze Fläche verkürzt erscheint); theile ihn in sechs gleiche Theile, und ziehe rechtwinklig mit  $ab''$  horizontale Linien durch diese Theilungspunkte. Diese Horizontallinien sind die Seh: nen, deren zu findende Länge den Umkreis der Ellipse bestimmt. Um diese Länge zu finden, ziehe man im Grundrisse aus den Punk: ten 4, 4, 5, 5 des Umkreises  $adbc$  senkrechte Linien auf die Um: drehungsachse  $d''ac''$ , (welche auch die Projektion im Grund: risse der, im Aufrisse zu zeichnenden, Ellipse  $ad''b''c''$  ist), so werden die von den Punkten 5'', 5'' der Achse  $d''ac''$  in den Aufriß gezogenen Perpendikularlinien die Länge der Sehnen 5'' und 1'', die aus den Punkten 4'', 4'' gezogenen, die Länge der Sehnen 4'' und 2'', und die aus den Punkten  $d''$  und  $c''$  gezogenen Perpendikularlinien die Länge des verkürzten Durch: messers  $d''c''$  bestimmen. Vereinigt man nun die gefundenen Endpunkte dieser Sehnen und Durchmesser durch eine krumme Linie, so hat man die verkürzte Zirkelfläche  $ad''b''c''$  im Auf: risse vollendet.

§. 158. Da die Zeichnung verkürzter Zirkelflächen häufig bei geometrischen Zeichnungen vorkommt, so ist dem Schüler sehr zu rathen, vorzüglich die Aufgaben Fig. 29 bis Fig. 32 sich recht einzuüben, wobei es zweckmäßiger ist, seine Zeichnun: gen in einem zwei- und dreimal größern Maasstabe zu machen, als diese Figuren auf den hierzu gehörigen Kupfertafeln darge: stellt sind.

### Funfzehnte Aufgabe.

Eine auf der horizontalen Tafel horizontal lie: gende, unregelmäßige Figur, unter verschiede: nen Winkeln, im Grund: und Aufrisse zu zeichnen,

wenn sich diese Figur in der Richtung der

Linie  $aa$ , um die Linie  $b''ae''$ , wie um eine Achse bewegt.

§. 159. Diese Figur ist auf der Kupfertafel, wie die Fi: guren zu den vorigen Aufgaben, unter dreierlei Richtung im Grund: und Aufrisse dargestellt worden: 1) in horizontaler Lage, 2) senkrecht gestellt, und 3) unter einem gegebenen Win: kel ausgerichtet. Der gegebene Winkel  $eb''e'$  ist neben dem Grundrisse gezeichnet, und wenn diese unregelmäßige Figur mit einem regelmäßigen Viereck eingeschlossen wird, und nach den größten Ausbiegungen des Umkreises derselben, Theilungs: und Quertheilungslinien gezogen werden, so kann diese irregu:



läre Figur leicht nach den vorigen Aufgaben, unter jedem beliebigen Winkel gezeichnet werden. \*)

### Sechszehnte Aufgabe.

Ein schief gegen die Basis parallel mit der horizontalen Tafel liegendes Rechteck  $abcd$ , so im Grund- und Aufriß zu zeichnen, daß es unter einem gegebenen Winkel, erst um die Seite  $ad$ , und in dieser Lage nachher um die Seite  $ab'$ , unter einem andern gegebenen Winkel gedreht worden ist.

§. 160. Das Rechteck  $abcd$  ist in der nebenstehenden Profilzeichnung A so gezeichnet, daß der Winkel  $bab'$  dem gegebenen Neigungswinkel gleich ist, unter welchen es um die Linie  $ad$  gedreht, dargestellt werden soll. Das aus  $b'$  auf die Basis gefällte Perpendikel, und die durch den Punkt  $b'$  gezogene Horizontallinie geben im Grund- und Aufrisse die Maße der Längen und Höhen für das Rechteck  $adc'b'$ , welches unter dem gegebenen Winkel wie Fig. 26, §. 134, gezeichnet ist.

Fig. 34.

§. 161. Hierdurch haben zwei Seiten des Rechtecks einen Neigungswinkel gegen die horizontale Fläche erhalten, nämlich die Seiten  $ab$  und  $dc$ . Die andern Seiten  $b'c'$  und  $ad$  sind aber parallel mit der horizontalen Fläche geblieben. Nun sollen auch diese beiden Seiten  $b'c'$  und  $ad$  einen Neigungswinkel gegen die horizontale Tafel erhalten, der in Fig. B durch  $\angle daa'$  angegeben worden ist, indem die andern beiden Seiten die erhaltene Richtung beibehalten.

§. 162. Wenn man dem Rechteck  $abcd$  in Fig. A eine solche Lage giebt, daß dessen Seiten  $bc$  und  $ad$  rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet sind, so wird dasselbe als die Linie  $ab'$  erscheinen. Der Punkt  $a$  würde die Projektion der Linie  $ad$ , und der Punkt  $b'$  würde die Projektion der Linie  $b'c'$  seyn.

§. 163. Wenn in dieser Lage das Rechteck bei  $c'd$  aufgehoben, und um  $b'a$  gedreht würde, so würde sich der Punkt  $d$  in der Richtung der Linie  $ad''$  von  $a$  nach  $d''$ , und der Punkt  $c'$  sich in der Richtung der Linie  $b'c'''$  von  $b'$  bis  $c'''$ , während dieser Umdrehung, entfernen, bis beide ihre größte Ent-

\*) Diese Aufgabe dient zugleich dazu, daß, was bei vorigen Aufgaben über die Zeichnung regelmäßiger Figuren gesagt worden ist, den Schüler unter veränderter Form wiederholen zu lassen, wobei es dem Lehrer leicht ist, dergleichen unregelmäßige Figuren, die den Fähigkeiten der Schüler angemessen sind, zu vervielfältigen, um den Aufgaben den Reiz der Neuheit zu geben.

fernung erreicht haben, wenn nämlich das ganze Rechteck in parallele Richtung mit der senkrechten Tafel gekommen ist. In dieser parallelen Stellung mit der senkrechten Tafel, erscheint das Rechteck in Fig. A in seiner wahren Größe als die Fläche  $ab'c''d''$ , im Grundrisse, als die Linie  $b'c''ad''$ , im Aufrisse aber als das verschobene Viereck  $ab'c''d''$ .

§. 164. Während der Umdrehung der Linie  $dc'$  um  $ab'$  hat der Punkt  $d$ , (wie im vorigen §. erklärt worden ist), den Weg in der geraden Linie von  $a$  bis  $d''$  gemacht, welcher Weg durch die neben  $ad''$  stehende Profilzeichnung in Fig. A, (den Viertelbogen), ausgedrückt worden ist. Dieser Weg des Punktes  $d$  um  $a$  erscheint im Grundrisse als die elliptische Linie  $d, d', d''$ , und im Aufrisse als die elliptische Linie  $d, d', d''$ . Der elliptische Bogen  $dd'd''$  im Grundrisse ist konstruirt worden, indem die Abstände der drei Theile 1, 2,  $d'$  von einander zur Bestimmung der Breite der Ellipse im Grundrisse, von den auf die Basis aus den Punkten 1, 2 und  $d''$  gefällten Perpendikeln, in Fig. A genommen worden sind. Die Längen der, durch die Theilungspunkte 1' und 2' gezogenen Sehnen, sind auch von den Sehnen des Viertelbogens aus Fig. A abgetragen worden. In dem Aufrisse (wo beide Durchmesser der Ellipse eine schiefe Richtung gegen die senkrechte Tafel haben), wird diese elliptische Linie gefunden, indem man aus Fig. A horizontale Linien aus den Punkten  $a, 1, 2, d''$  nach dem Aufrisse zieht, alsdann diese durch Perpendikularlinien schneidet, welche man aus den Durchschnittspunkten der Sehnen im elliptischen Umkreise, aus dem Grundrisse in den Aufriß zieht. Bestimmt man auch auf gleiche Weise den Punkt  $d''$ , so kann man durch die vier bestimmten Punkte die elliptische Linie aus freier Hand ziehen.

§. 165. Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß sich der Punkt  $d$  in der Linie  $ad''$  (Fig. A), und im Grund- und Aufrisse, in den beiden elliptischen Linien, jedesmal befinden müsse, die gegebene Neigung der Linie  $ad$  sey, welche sie wolle. Wenn man nun die perpendikuläre Höhe des gegebenen Winkels  $dad'$  (Fig. B), das ist, die Linie  $d'l$ , gleich macht  $ad'$  (Fig. A), so muß der Punkt  $d'$  die Stelle seyn, in der sich der Punkt  $d$  in der Linie  $ad''$ , bei dem gegebenen Winkel  $dad'$  befinden muß. Folglich wird eine durch den Punkt  $d'$  (Fig. A) nach dem Aufrisse gezogene Horizontallinie beim Durchschneiden der elliptischen Linie, den gesuchten Punkt  $d'$  im Aufrisse bestimmen. Ein aus  $d'$  (Fig. A) auf die Basis gefälltes Perpendikel trifft diese im Punkte  $t$ , macht man nun  $at$  auf der Basis gleich  $at'$  im Grundrisse, und zieht durch  $t'$ , mit den Sehnen 1' und 2', die Linie  $rt$  parallel, so wird der Punkt, wo diese Linie  $rt$  die elliptische Linie schneidet, der gesuchte Punkt  $d'$  für den Grundriß seyn. Oder man braucht auch nur  $al$  (Fig. B) gleich  $al'$  im



Grundrisse zu machen, und durch  $l'$  eine mit  $ab$  parallele Linie zu ziehen, so wird der Punkt, in dem diese die elliptische Linie schneidet, der gesuchte Punkt  $d'$  seyn. Die weitere Vollendung der Figur bedarf keiner weitern Beschreibung.

§. 166. Es wird bei den folgenden Aufgaben angenommen, daß eine Linie, oder Fläche, irgend eine Richtung gegen eine andre Fläche habe, und diese Richtung zur Fläche behalte, wenn auch diese Fläche unter einem andern Winkel gezeichnet werden soll. Alsdann soll angegeben werden, wie beide im geometrischen Grund- und Aufrisse erscheinen.

#### Siebenzehnte Aufgabe.

Ein mit der horizontalen Tafel parallel liegendes Rechteck, auf welchem im Punkte  $e$  eine Linie senkrecht steht, unter verschiedenen Winkeln, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, wenn es sich um die rechtwinklig gegen die Basis gerichtete Linie  $ab$ , wie um eine Achse dreht.

§. 167. Von der Zeichnung der Flächen ist schon in den frühern Aufgaben das Nöthige gesagt worden, und bedarf deshalb keiner Wiederholung. Die Linie  $ef$  erscheint im Aufrisse bei jeder Richtung des Rechtecks rechtwinklig mit demselben, und in ihrer wahren Größe. Wenn das Rechteck parallel mit der horizontalen Tafel liegt, so erscheint die Linie  $ef$  im Grundrisse als der Punkt  $e$ . Bei fortgesetzter Bewegung erscheint die Linie  $ef$  in eben dem Verhältnisse größer, als das Rechteck kleiner erscheint, bis dieselbe bei senkrechter Richtung des Rechtecks gegen die horizontale Tafel, in ihrer wahren Größe auch im Grundrisse erscheint.

Fig. 35.

§. 168. Im Aufrisse sind die Bogen, welche beide Endpunkte der Linie  $ef$  bei ihrer Bewegung beschreiben, angegeben worden, durch die man bei jedem beliebigen Winkel ihre Größe und Richtung im Grund- und Aufrisse finden kann. Dieselbe Verfahrensart, die Bewegung der verschiedenen Endpunkte der Linien, oder der Ecken bei Flächen durch Viertelbogen darzustellen, ist auch bei den folgenden 5 Figuren, Fig. 36 bis Fig. 40, angewendet worden, und wer die vorhergehenden Aufgaben gang verstanden hat, und dieselben, ohne ein Original vor sich zu haben, nur nach den Angaben zeichnen kann, wird auch diese Aufgaben, Fig. 36 bis Fig. 40, ohne vorhergegangene umständliche Beschreibung darstellen können, wenn er durch aufmerksame Betrachtung den Zweck der verschiedenen Hülfslinien auffindet \*).

\*) Der Lehrer kann leicht für solche Schüler die durch öfteres Wiederholen den Mangel an schneller Fassungskraft erschein

Fig. 36.

- 37.
- 38.
- 39.
- 40.

§. 169. Zur Auflösung dieser und ähnlicher Aufgaben, muß jedesmal, nachdem die Fläche in ihrer horizontalen Lage im Grundrisse gezeichnet worden ist, erst die Umdrehungsachse im Grundrisse bestimmt werden. Steht dieselbe im Grundrisse senkrecht gegen die Basis, wie bei Fig. 35, 37 und 39, so erhält man alle zur Vollendung der Zeichnung nöthigen Punkte, in dem Grund- und Aufrisse. Hat die Umdrehungsachse eine parallele Richtung mit der Basis, wie in Fig. 36, oder hat sie eine schiefe Richtung gegen dieselbe, wie in Fig. 38 und 40, so muß man eine Profilzeichnung neben den Aufriß machen, in der die Umdrehungsachse rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet ist, und folglich daselbst als ein Punkt erscheinen wird. In dieser Profilzeichnung giebt man nun die senkrechten Abstände aller Endpunkte der Flächen u. s. w., von der Umdrehungsachse an, und beschreibt von den dadurch erhaltenen Punkten Zirkelbogen auf die Linie, die die Neigung des Winkels anzeigt, unter welchem die Fläche mit der darauf stehenden Linie oder Fläche vorgestellt werden soll. Alsdann findet man durch Linien, die aus diesen, durch die Zirkelbogen erhaltenen Durchschnittspunkten horizontal in den Aufriß und senkrecht auf die Basis gezogen worden sind, die nöthigen Punkte zur Zeichnung des Grund- und Aufrisses.

§. 170. So ist z. B. die Linie  $b''a''$  in Fig. 38 die Umdrehungsachse. Auf diese sind im Grundrisse aus den Punkten  $b, c, d, e, f$  rechtwinklig Linien gezogen worden. Ueber diesen Linien muß man sich Ebenen errichtet denken, die senkrecht auf der horizontalen Tafel stehen, in denen sich diese Punkte bei ihrer Umdrehung fortbewegen. Die senkrechten Abstände der Punkte  $b, c, d, e, f$  von der Umdrehungsachse  $b''a''$  sind nun aus dem Grundrisse in die Profilzeichnung auf ihre Basis getragen, und daselbst die nämlichen Punkte mit gleichen Buchstaben bezeichnet worden. Die Bewegung aller dieser Punkte um den Punkt  $a$  ist daselbst durch Zirkelbogen ausgedrückt worden. Die Punkte, in welchen diese Zirkelbogen die Linie  $ac'$  (welche den Winkel angiebt, unter welchem das Rechteck dargestellt werden soll) schneiden, geben die Höhen der korrespondirenden Punkte im Aufrisse durch herübergezogene Horizontallinien an. Eben so geben die, von diesen Durchschnittspunkten auf die Basis gefällten Perpendikeln,

müssen, diese Aufgaben durch kleine Abänderungen sehr vervielfältigen, je nachdem er den Flächen bald diese bald jene Größe, Richtung, oder Gestalt giebt z. B. als Quadrat, Dreieck, Zirkel, Viereck oder unregelmäßige Fläche, oder je nachdem er den, mit den Flächen verbundenen Linien und Flächen verschiedene Stellen oder Richtungen giebt.



durch ihre Abstände vom Punkte *a*, das Maas, wie weit die korrespondirenden Punkte im Grundrisse von der Umdrehungsachse entfernt seyn müssen, an. Um leichter die Lage aller Endpunkte des Rechtecks bestimmen zu können, ist dasselbe mit einem andern Rechtecke eingeschlossen worden, dessen eine Seite die Umdrehungsachse *b''d''* ist.

§. 171. Die Linie *ef* erscheint in Fig. 38 weder in der Profilzeichnung, noch im Grund- und Aufrisse in ihrer wahren Größe und Lage zum Rechtecke, da sie jedesmal eine schiefe Richtung gegen die Tafel behält.

§. 172. Auf gleiche Weise ist auch Fig. 40 konstruirt worden. Die Fläche *efgh*, die mit dem Rechtecke *abcd* verbunden dargestellt ist, hat eine geneigte Lage gegen das Rechteck. Fig. B stellt die wahre Form der Fläche *efgh*, und Fig. C den Neigungswinkel derselben zum Rechtecke dar. Da die Linie *ef* im Grundrisse parallel mit der horizontalen Tafel liegt, so behält dieselbe ihre wahre Länge, so lange als das Rechteck auch seine parallele Lage mit der horizontalen Tafel behält; sie erscheint aber bei der Bewegung des Rechtecks um seine Umdrehungsachse ab immer kleiner, bis dieselbe bei der senkrechten Richtung des Rechtecks *abcd* gegen die horizontale Tafel, als die Linie *e''f''* erscheint. Nachdem die Richtung der Linie *ef* auf dem horizontal liegenden Rechteck *abcd* angegeben ist, trägt man ihre Länge aus Fig. B in den Grundriß, und macht daselbst auch *ei* = *ei* (in Fig. B), um den Punkt *h* dadurch zu bestimmen, der über *i* senkrecht steht; ferner macht man *kf* (im Grundrisse) = *kf* (in Fig. B), um den Punkt *g* zu bestimmen, der über *k* senkrecht steht. Der Punkt *h* weicht aber von seiner senkrechten Lage über *i*, bei seiner geneigten Lage im Grundrisse so viel ab, als in Fig. C der Abstand des Punktes *l* vom Punkte *ef* beträgt; folglich mache man *hi* (im Grundrisse) = *ef.l* (in Fig. C) und *kg* (im Grundrisse) = *ef.o* (in Fig. C), wodurch die Figur *efgh* im Grundrisse gegen das Rechteck *abcd* eine Neigung erhalten hat, die dem in Fig. C gegebenen Winkel gleich ist. Die Konstruktion der übrigen Linien kann ganz nach der in §. 171 gezeigten Verfahrensart vollendet werden, und bedarf keiner Wiederholung.

§. 173. Wenn das Rechteck *abcd* senkrecht auf der horizontalen Tafel steht, so fällt die Linie *ef* mit der Fläche des Rechtecks im Grundrisse in die eine Linie *ae''f''b* zusammen. Verlängert man diese Linien beliebig weit, und verlängert auch dann die Linie *ef*, wenn das Rechteck parallel mit der horizontalen Tafel liegt; so werden diese beiden verlängerten Linien sich in irgend einem Punkte *p* auf der horizontalen Tafel schneiden müssen. (Man muß sich nämlich den Grundriß von Fig. 40 auf der Kupfertafel fast 2 Zoll heruntergerückt, und die hori-

Fig. 40.

Fig. 40.

izontale Tafel um so viel vergrößert denken). Bei jeder beliebigen Neigung des Rechtecks, wird die verlängerte Linie  $ef$  in den Punkt  $p$  treffen.

§. 174. Thut man dasselbe auch im Aufrisse, so werden sich die aus  $ef$  verlängerten Linien in einem Punkte  $p$  auf der Basis vereinigen, das Rechteck mag eine Richtung haben, welche es will. Zieht man durch den Punkt  $p$  eine auf der Basis senkrechte Linie, so wird auch der andre Punkt  $p$ , in welchem sich die im Grundrisse verlängerten Linien  $ef$ ,  $e'f'$  und  $e''f''$  vereinigen, in dieser senkrechten Linie liegen.

#### Erklärung.

§. 175. Ein Raum, der ganz mit Flächen eingeschlossen ist, heißt ein Körper. Wenn an die Spitzen aller Winkel einer ebenen geradlinichten Figur  $abcd$ , Fig. 41, von einem außerhalb derselben angenommenen Punkte  $e$  gerade Linien gezogen werden, so heißt der Raum, welcher durch die Dreiecke  $aeb$ ,  $bec$ ,  $ced$ ,  $dea$  und die ebene Figur  $abcd$  eingeschlossen wird, eine Pyramide.  $abcd$  heißt die Grundfläche, und die Dreiecke die Seitenflächen. Die Zahl der Seitenflächen ist mit der Zahl der Seiten ihrer Grundfläche gleich, also giebt es dreiseitige, vierseitige, fünfseitige u. m. d. Pyramiden.

#### Achtzehnte Aufgabe.

Eine auf der horizontalen Tafel stehende Pyramide in Aufriß zu bringen.

Fig. 41.

§. 176. Wenn die Grundfläche der Pyramide, das Quadrat  $abcd$ , im Grundrisse gezeichnet, und der Punkt  $e$  bestimmt ist, über dem, in senkrechter Richtung, sich die Spitze der Pyramide befinden soll; so ziehe man von allen Spitzen der Winkel der Grundfläche senkrechte Linien auf die Basis, und bemerke daselbst die Punkte  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , in denen die senkrechten Linien die Basis getroffen haben. Die Grundfläche  $abcd$  wird im Aufrisse als die Linie  $abc$  auf der Basis erscheinen. Darauf ziehe man aus dem Punkte  $e$  eine senkrechte Linie aus dem Grundrisse in den Aufriß, bestimme auf der senkrechten Linie die gegebene, oder willkürlich angenommene Höhe der Pyramide im Punkte  $e$ , und ziehe von da die Linien  $ea$ ,  $eb$ ,  $ec$ , so ist die Pyramide im Aufrisse gezeichnet.

§. 177. Nur die Grundfläche im Grundrisse, und die perpendikuläre Höhe  $se$  erscheinen in ihrer wahren Größe, alle übrigen Linien und Flächen aber anders, und zwar kleiner, als sie sind.

#### Erklärung.

§. 178. Ein Körper, der durch sechs gleiche Quadrate eingeschlossen ist, heißt ein Würfel.



## Neunzehnte Aufgabe.

Einen Würfel unter verschiedenen Winkeln im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, dessen Grundfläche auf der horizontalen Tafel eine schiefe Richtung gegen die Basis hat.

§. 179. Die Grundfläche des Würfels auf der horizontalen Tafel ist das Quadrat  $abcd$ . Läge dieses parallel mit der horizontalen Tafel, so würde das obere Quadrat  $e'f'g'h'$  das untere  $abcd$  decken, im Aufrisse aber erschiene der Würfel, als die beiden Rechtecke  $fabh$  und  $hbcg$ . Der Würfel soll nun im Grund- und Aufrisse so gezeichnet werden, als wäre die Seite  $dc$  unter einem Winkel von 30 Grad aufgehoben, und um  $ab$  gedreht worden. Zu dem Ende zeichne man neben dem Aufrisse eine Profilzeichnung, in der der Würfel unter dem gegebenen Winkel von 30 Grad an der Kante  $dc$  aufgehoben, und auf der Kante  $ab$  ruhend dargestellt ist. Beide Kanten werden in dieser Profilzeichnung als die Punkte  $c'$  und  $b$  erscheinen. Die Ecken dieser Profilzeichnung werden folglich angeben, wie hoch dieselben Ecken in dem Aufrisse erscheinen, in welchem der Würfel in derselben Lage, aber nur von einer andern Seite angesehen, dargestellt ist. Eben so werden die aus den Ecken  $h'g'$  und  $c'$  gefällten Perpendikularlinien auf der Basis das Maas für die Breiten der Würfelseiten im Grundrisse angeben. Die weitere Ausführung durch Verbindung der gefundenen Punkte mit Linien, bedarf keiner Beschreibung.

Fig. 42.

## Zwanzigste Aufgabe.

Einen Würfel, der nach dem gegebenen Winkel von 50 Grad, auf einer Kante  $ab$  so gestellt ist, wie die vorhergehende Aufgabe es angiebt, im Grund- und Aufrisse so zu zeichnen, als ob derselbe nun in dem Punkte  $b$  unter einem gegebenen Winkel von 20 Grad gehoben, und um den Punkt  $a$  gedreht wäre, mit der Bedingung, daß sich der Punkt  $b$  in der Richtung einer auf die Linie  $ab$  senkrecht gestellten Ebene fortbewegt hat, und der Würfel nur auf der Ecke  $a$  ruhte.

§. 180. Es wird bei Auflösung dieser Aufgabe vorausgesetzt, daß der Würfel unter den in der Profilzeichnung  $B$  angenommenen Winkeln von 50 und 40 Grad auf die Kante  $ab$  gestellt worden wäre, und folglich im Grund- und Aufrisse fast eben so aussehen würde, als der, in voriger Aufgabe gezeichnete Würfel, der unter den Winkeln 60 und 30 Grad darge-

Fig. 43.

stellt ist. Um den Vergleich besser anstellen zu können, ist für die angenommene Stellung des Würfels auch in Fig. 43 der Grundriß  $d'f'bg'h'ae'c'$ , der dem Grundrisse in Fig. 42  $d'e'af'h'bg'c'$  fast gleich ist, mit beigefügter Profilzeichnung  $B'$  auf die horizontale Tafel dieser Figur gezeichnet worden. Durch diese Profilzeichnung  $B'$  lassen sich die korrespondirenden Ecken des Würfels zugleich besser auffinden, was auch schon durch die angenommene Bezeichnung sehr erleichtert wird, indem dieselben Buchstaben immer dieselben Ecken bedeuten.

§. 181. Wenn aber der Würfel noch die Richtung bekommen soll, als wenn er bei dem Punkte  $b$ , unter einem gegebenen Winkel von 20 Grad, aufgehoben, und um die Ecke  $a$  gedreht worden wäre, so muß man außer Fig.  $B'$ , noch eine andere Profilzeichnung machen. Zu dieser zweiten muß man sich Fig.  $B$  (im Aufrisse) mit Beibehaltung der beiden angenommenen Winkel von 50 und 40 Grad, so weit herumgedreht denken, bis die Linie  $ab$ , die in Fig.  $B$  als der Punkt  $a$  erschien, mit der Basis parallel geht, wo alsdann diese zweite Profilzeichnung wie Fig.  $C$  aussieht, oder wie der durch folgende Buchstaben eingeschlossene Raum  $abd'g'f'e'h'c'$ . Zu dieser Figur  $C$  bekam man die Höhen, indem man von allen Ecken der Fig.  $B$  Horizontallinien nach Fig.  $C$  zog. Die Länge der Horizontallinien  $ab$ ,  $c'd'$ ,  $h'g'$  und  $e'f'$  ist die wahre Länge derselben, und gleich  $ab$ , weil alle diese Linien parallel mit der senkrechten Tafel liegen. Bewegt man nun kreisförmig den Punkt  $b$  um den Punkt  $a$ , so werden sich auch auf gleiche Weise die übrigen Eckpunkte um den Punkt  $a$  bewegen, und wenn der Winkel  $bab'$  in Fig.  $C$  gleich ist 20 Grad, und die durch diese Bewegung erhaltenen Punkte sind durch Linien vereinigt, so ist Fig.  $ab'd'g'f'e'h'c'$  die Profilzeichnung eines Würfels, in dem alle Bedingungen der Aufgabe erfüllt sind. Zu der Zeichnung des Aufrisses und Grundrisses dieses Würfels werden alsdann aus dieser dritten Profilzeichnung die Maaße auf die mehrmals beschriebene Weise genommen, und die Aufgabe ist gelöst.

§. 182. Wenn die Bewegung des Punktes  $b$  in der vorgeschriebenen Richtung so lange fortgesetzt würde, bis die Linie  $ab$  senkrecht auf der horizontalen Tafel stände, so würde der Würfel in dem Grundrisse als das Quadrat  $ah'''e'''c'''$  oder als Fig.  $B'$  erscheinen.

### Einundzwanzigste Aufgabe.

Eine abgekürzte dreiseitige Pyramide, unter einem beliebigen Winkel, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, wobei man annimmt, daß die Pyramide im Punkte  $c$  aufgehoben, und um die im



Grundrisse gezeichnete Achsenlinie  $xy$ , auf welcher  $bc$  senkrecht steht, gedreht werden soll.

§. 183. In Figur D ist die abgekürzte Pyramide so im Grund- und Aufrisse gezeichnet worden, wie sie erscheinen würde, wenn ihre Grund- und Abstumpungsfläche rechtwinklig auf der senkrechten Tafel stände. Um nun die Pyramide darzustellen, wenn sie unter einem gegebenen Winkel gehoben worden ist; so zeichne man zuerst den Grundriß der Grundfläche  $abc$ , und den des Abschnittes derselben  $def$ , in der angenommenen schiefen Richtung der Linie  $bc$  gegen die Basis, (so wie derselbe in Fig. D dargestellt ist) und ziehe rechtwinklig mit  $bc$  durch den Punkt  $b$  die Achsenlinie  $xy$ . Man ziehe alsdann von allen Eckpunkten der im Grundrisse gezeichneten Pyramide senkrechte Linien auf die Achsenlinie, und denke sich, daß auf diese Linien, und auf die horizontale Tafel Ebenen senkrecht gestellt sind. In diesen Ebenen werden sich alle Eckpunkte der Pyramide, während der Umdrehung, kreisförmig bewegen müssen.

Fig. 44.

§. 184. Um diese Umdrehung der Pyramide darstellen zu können, muß man noch eine Profilzeichnung, Fig. E, machen, in der die Kante  $bc$  parallel mit der senkrechten Tafel liegt, und folglich die Achsenlinie  $xy$  als ein Punkt  $b$  in der Basis erscheint. Die senkrechten Abstände der Punkte  $a$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $z$ ,  $d$  und  $c$  von der Achsenlinie, trage man aus dem Grundrisse auf die Basis der Profilzeichnung E, gebe der Grundfläche der Pyramide, oder was gleichviel ist, der Linie  $bc$ , die durch den Winkel  $cbc'$ , bestimmte Richtung und beschreibe aus  $b$ , durch die Punkte  $a$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $z$ ,  $d$  und  $c$  Zirkelbogen von der Basis auf die Linie  $bc'$ . Auf die daselbst erhaltenen Durchschnittspunkte setze man senkrechte Linien, und trage auf dieselben aus Fig. D die senkrechten Abstände der benannten Punkte von der Grundfläche ab, vereinige die erhaltenen Punkte  $e'$ ,  $f'$ ,  $d$  mit Linien, ziehe  $bz'$  und  $cz'$ , so ist die Profilzeichnung, Fig. E, fertig.

§. 185. Die in Fig. E aus den Punkten  $z'$ ,  $d'$ ,  $a'$ ,  $e'$ ,  $f'$  und  $c'$  auf die Basis senkrecht gefällten Linien, geben durch ihre Abstände von  $b$ , auf der Basis den Abstand dieser Punkte von der Achsenlinie im Grundrisse an, und die aus besagten Punkten gezogenen Horizontallinien geben die Höhe dieser Punkte im Aufrisse an.

#### Erklärung.

§. 186. Ein Cylinder entsteht, wenn ein Rechteck  $abcd$  sich um eine seiner unverrückten Seiten  $ab$ , ringsum bewegt. Die Linie  $ab$  heißt die Achse des Cylinders. Die Fläche, welche die, der Achse  $ab$  gegenüber stehende Seite  $cd$  des

Fig. 45

Rechtecks beschreibt, heißt die krumme Oberfläche des Cylinders. Die Zirkelflächen, welche die gegen ab rechtwinklig gerichteten Seiten  $cb$  und  $ad$  des Rechtecks, bei seiner Umdrehung beschreiben, heißen die Grundflächen des Cylinders.

§. 187. Steht die Achse des Cylinders senkrecht auf der horizontalen Tafel, so erscheint der Cylinder im Grundrisse als eine Zirkelfläche, die mit der Grundfläche des Cylinders gleichen Durchmesser hat. Im Aufrisse erscheint ein so gestellter Cylinder als ein Rechteck, dessen senkrecht gegen die Basis gerichtete Seiten gleich der Achsenlänge, und die parallel mit der Basis liegenden Seiten gleich dem Durchmesser der Grundfläche des Cylinders sind. Im entgegengesetzten Falle, wenn die Achse des Cylinders rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel liegt, so erscheint der Cylinder im Aufrisse als eine solche Zirkelfläche, und im Grundrisse als ein solches Rechteck, wie im ersten Falle beschrieben worden ist.

#### Zweihundzwanzigste Aufgabe.

Einen Cylinder im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, dessen Achse parallel mit der horizontalen Tafel, aber schief gegen die Basis liegt.

Fig. 46.

§. 188. Ein so gelegter Cylinder erscheint im Grundrisse als ein Rechteck. Im Aufrisse erscheinen seine beiden Grundflächen als elliptische Scheiben. Nach welchen Regeln diese elliptischen Scheiben konstruirt werden müssen, ist §. 146 umständlich gezeigt worden. Man vergleiche deshalb Fig. 30 mit Fig. 46. Auch bei Fig. 46 erscheinen die Zirkelflächen im Grundrisse als die geraden Linien  $ab$  und  $cd$ , welche zugleich die Durchmesser beider Grundflächen sind. Diese Durchmesser sind auch hier in 6 Theile getheilt, und die Abstände dieser Theile aus dem Grundrisse in den Aufriß, durch senkrechte Linien bestimmt worden. Die Höhen oder Längen der, durch die Theilungspunkte 1, 2, 4, 5 gezogenen Sehnen, sind von einer, mit der Grundfläche des Cylinders gleich großen, und eben so eingetheilten halben Zirkelfläche abgetragen worden, welche neben dem Aufrisse parallel mit der senkrechten Zeichentafel in Fig. C, als Profilzeichnung gezeichnet ist.

#### Dreihundzwanzigste Aufgabe.

Einen Cylinder, dessen Achse parallel mit der horizontalen Tafel, aber schief gegen die Basis liegt, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, wenn der Cylinder an dem einen Ende unter einem beliebigen Winkel aufgehoben würde.

Fig. 47.

§. 189. Die in §. 143 beschriebene Verfahrensart, verfürzte Zirkelflächen mit Hülfe zweier Quadrate darzustellen, wor-



von das eine um den Zirkel, das andere innerhalb desselben gezeichnet worden ist, soll der Veränderung wegen zur Auflösung dieser Aufgabe gebraucht werden. Zu diesem Behufe zeichne man in Fig. A eine Zirkelfläche, die gleichen Durchmesser mit der Grundfläche des Cylinders hat, und zeichne auf die, in §. 143 angegebene Weise, um dieselbe, und innerhalb derselben ein äußeres und inneres Quadrat, wodurch acht Punkte des Umkreises bestimmt werden. Ferner mache man neben dem Aufrisse, in beliebiger Entfernung, eine Profilzeichnung, Fig. B, in welcher die Achse des Cylinders parallel mit der senkrechten Tafel geht, aber gegen die Basis unter dem gegebenen Winkel geneigt ist. In diese Profilzeichnung B trägt man aus Fig. A die Höhe der Punkte f und g, in welchen die Spitzen der Winkel des innern Quadrats den Kreis treffen, und zieht durch dieselben die Linien  $g'm'$  und  $f'n'$  parallel mit  $c'p'$  oder  $bo'$ . Alsdann falle man aus den Punkten  $c', p', o'$  senkrechte Linien auf die Basis, und ziehe aus diesen Punkten, so wie aus den Punkten  $g', f', m', n'$  Horizontallinien in den Aufriß.

§. 190. Wenn auf diese Weise die Profilzeichnung B vollendet ist, so zeichne man den Grundriß des Cylinders, in der beliebig angenommenen schrägen Richtung gegen die Basis durch das Rechteck ablo (siehe §. 126 u. 135), nebst der Achse des Cylinders. Da nun der Cylinder bei der Linie lo gehoben und um ab gedreht werden soll, so trage man, um diese Richtung des Cylinders darzustellen, die Abstände der, aus den Punkten  $c', p', o'$  (in der Profilzeichnung B) auf die Basis gefällten Perpendicularlinien vom Punkte b, in den Grundriß, indem man daselbst  $ad'$  und  $bc'$  gleich macht  $bc''$  (auf der Basis), ferner  $bp'$  und  $aq'$  gleich macht  $bp''$  (auf der Basis), und  $bo'$  und  $al'$  gleich macht  $bo''$  (auf der Basis). Vereinigt man  $c'$  und  $d', p'$  und  $q', o'$  und  $l'$  durch Linien, so erhält man die verkürzten Quadrate, welche um die verkürzten Zirkelflächen gezeichnet sind. Zieht man nun in den verkürzten Quadraten die Diagonalen  $ac', bd', p'l'$  und  $o'q'$ , und durchschneidet dieselben durch die Linien  $hh'$  und  $gg'$ , deren Abstände von der Cylinderachse aus Fig. A abgetragen werden, so werden diese Durchschnittpunkte mit den Endpunkten beider Durchmesser acht Punkte geben, durch die man die verkürzten Grundflächen des Cylinders zeichnen kann. Zieht man alsdann von allen nöthigen Punkten aus dem Grundrisse Perpendicularlinien in den Aufriß, so werden diese die Horizontallinien schneiden, welche aus der Profilzeichnung B, aus den korrespondirenden Punkten gezogen wurden. Durch die erhaltenen Durchschnittpunkte kann man alsdann ohne Schwierigkeit den Aufriß des aufgehobenen Cylinders vollenden.

## Vierundzwanzigste Aufgabe.

Einen schief abgeschnittenen Cylinder, dessen Achse parallel mit der Basis und der horizontalen Tafel liegt, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen.

Fig. 48.

§. 191. Die durch den schiefen Abschnitt des Cylinders entstandene Ellipse erscheint im Aufrisse als die Linie  $ac$ , weil die Fläche der Ellipse rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet ist. Will man die wahre Form der Ellipse haben, so daß die Fläche der Ellipse eine parallele Lage gegen die senkrechte Tafel bekommt, so zeichne man neben dem Aufrisse die halbe Grundfläche des Cylinders parallel mit der senkrechten Tafel, als eine Profilzeichnung, Fig. D, theile ihren Durchmesser  $a'c'$  in beliebige Theile (hier 6 gleiche Theile), und ziehe durch die Theilungspunkte horizontale Linien nach  $ac$ , so wird diese Linie auch in 6 gleiche Theile getheilt werden. Durchschneidet man nun die in  $ac$  erhaltenen Theilungspunkte durch rechtwinklig mit  $ac$  gezogene Linien, und trägt auf diesen Linien die Größe der, durch die nämlichen Punkte in Fig. D gezogenen Sehnen ab, so kann man durch die erhaltenen Abschnittspunkte den Umkreis der Ellipse ziehen; denn es leidet keinen Zweifel, daß die, durch die Punkte 1, 2, 4, 5 der Linie  $ac$  gezogenen Linien dieselbe Länge haben müssen, als die in Fig. D, durch die nämlichen Punkte gezogenen Sehnen. Die Linie  $ac$  ist der große, und  $bd$  der kleine Durchmesser, der durch den schiefen Abschnitt des Cylinders entstandenen Ellipse.  $ab$  ist gleich dem Durchmesser der Grundfläche.

§. 192. Zieht man nun von den Theilungspunkten der Linie  $ac$  senkrechte Linien auf den schiefen Abschnitt des Cylinders im Grundrisse, und bestimmt ihre jedesmalige Länge nach den Längen der Sehnen in Fig. D, so kann man auch im Grundrisse den als Ellipse erscheinenden schiefen Abschnitt des Cylinders zeichnen.

§. 193. Die Fläche, welche durch einen schrägen Durchschnitt eines Cylinders entsteht, wird jedesmal eine Ellipse seyn, deren kleinster Durchmesser dem Durchmesser der Grundfläche des Cylinders, und deren größter Durchmesser der größten geraden Linie gleich ist, welche durch die Achse des Cylinders gezogen, auf beiden Seiten den elliptischen Umkreis trifft, wie dies in Fig. 48 der Fall mit  $ac$  ist. Jede Ellipse wird als ein Zirkel erscheinen, wenn ihr größter Durchmesser unter einem gewissen Winkel angesehen, eben so lang erscheint, als ihr kleinster Durchmesser.

## Erklärung.

§. 194. Ein gerader Kegel ist ein Körper, welcher ent:



steht, wenn ein rechtwinkliges Dreieck sich um seine unverrückte perpendicularare Seite ringsum drehet. Die unverrückte perpendicularare Seite des Dreiecks heißt die Achse des Kegels. Der Kreis, welcher von der andern, den rechten Winkel einschließenden Seite des Dreiecks, während des Umdrehens, beschrieben wird, heißt die Grundfläche des Kegels, und die krumme Fläche, welche die Hypothenuse, oder die dem rechten Winkel gegenüberstehende Seite des Dreiecks beschreibt, heißt die Oberfläche des Kegels.

#### Fünfundzwanzigste Aufgabe.

Einen Kegel, dessen Grundfläche eine parallele Lage mit der horizontalen Tafel hat, und dessen Spitze von einer schief gegen die Grundfläche gerichteten Ebene abgeschnitten ist, im Grund- und Aufrisse zu zeichnen.

§. 195. Wenn die, gegen die Grundfläche des Kegels schief gerichtete Ebene, welche die Spitze desselben abschneidet, rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet ist, so erscheint der Abschnitt des Kegels im Aufrisse als die gerade Linie *ac*. Die wahre Form des Abschnittes dieser abgestumpften Kegelspitze ist eine Ellipse.

Fig. 49.

§. 196. Um dies durch bloße Zeichnung darzuthun, muß man die, durch den Abschnitt entstandene Fläche in paralleler Richtung mit der senkrechten Tafel zeichnen. Zu diesem Zwecke theile man die Linie *ac* in beliebige Theile, und ziehe von den Theilungspunkten 1, 2, 3, 4, 5, und den Endpunkten *a* und *c* senkrechte Linien in den Grundriß des Kegels, der daselbst als eine Zirkelfläche, und dessen Achse als der Mittelpunkt 2 dieser Zirkelfläche erscheint. Die senkrechten Linien muß man sich als Ebenen denken, die senkrecht auf der horizontalen Tafel stehen, und den Kegel senkrecht durchschneiden. Man ziehe darauf im Grundrisse den Durchmesser *ab* rechtwinklig mit der verlängerten Achse *zh*.

§. 197. Durch die Theilungspunkte der Linie *ac* im Aufrisse ziehe man alsdann horizontale Linien, die man sich auch als Ebenen vorstellen muß, welche den Kegel parallel mit seiner Grundfläche durchschneiden, deren Durchschnitte folglich Zirkelflächen sind, und deren Größe durch die im Grundrisse um den Mittelpunkt 2 beschriebenen fünf Kreisbogen ausgedrückt ist. Der Halbmesser, mit dem diese Kreisbogen beschrieben sind, ist dem jedesmaligen Abstände der Achse von der Oberfläche des Kegels (Fig. A) gleich. Diese horizontalen kreisförmigen Kegdurchschnitte werden durch die senkrechten Ebenen in Linien durchschnitten, die auf der Linie *ac*, Fig. A, als die Punkte

1, 2, 3, 4, 5 erscheinen. Weil diese Linien rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet sind, so müssen sie im Grundrisse in paralleler Lage mit der horizontalen Tafel sich befinden, und, indem sie daselbst die fünf verschiedenen Kreise schneiden, als Sehnen dieser Kreise in ihrer wahren Länge erscheinen. Die Endpunkte derselben  $1', 1', 2', 2', 3', 3', 4', 4', 5', 5'$  liegen aber nicht bloß in den dazu gehörigen Kreisen, sondern auch in dem Umkreise des schiefen Regelabschnittes, der im Aufrisse, wie schon oben gesagt ist, als die Linie  $dc$  erscheint.

§. 198. Wenn man also (im Aufrisse Fig. A) in beliebiger Entfernung von  $dc$ , mit ihr parallel die Linie  $d'c'$  zieht, und diese durch rechtwinklig aus den Theilungs- und Endpunkten gezogene Linien, gleich  $dc$  macht, so braucht man nur für jeden Theilungspunkt die Länge der Sehnen aus dem Grundrisse abzutragen, und kann durch die erhaltenen Endpunkte der Sehnen die wahre Form des schrägen Regelabschnittes  $d'g'c'l'$  aus freier Hand zeichnen, welcher eine Ellipse seyn wird.

§. 199. Fig. B stellt denselben Regelabschnitt aber in einer andern Richtung zur Basis dar, so daß die, in Fig. A rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichteten Sehnen in Fig. B, parallel mit derselben dargestellt sind. Zur Zeichnung des Grundrisses von Fig. B bestimmen die, aus den End- und Theilungspunkten der Linie  $cd$  in Fig. A auf die Basis gefällten Perpendikularlinien daselbst die Abstände der Theilungslinien, oder was gleichviel ist, man trägt diese Abstände, so wie die Länge der Sehnen 1, 1, 2, 2 u. s. w. aus dem Grundrisse A in den Grundriß B ab. Denn, da die Grundfläche des Kegels in Fig. B ihre parallele Lage mit der horizontalen Tafel beibehält, so bleibt auch die Neigung des großen Durchmessers  $cd$  gegen dieselbe, und die parallele Lage der Sehnen 1, 1, 2, 2 u. s. w. mit derselben, in Fig. B die nämliche, welche diese bei Fig. A hatten; folglich müssen auch im Grundrisse, Fig. B, die beiden Durchmesser der Ellipse, so wie die Sehnen ihre Länge behalten, die sie im Grundrisse, Fig. A, hatten, und beide Ellipsen gleich groß erscheinen. Im Aufrisse Fig. B behalten der kleine Durchmesser, und die Sehnen ihre wahre Länge, die sie auch im Grundrisse B behielten, weil sie auch hier eine parallele Lage mit der senkrechten Tafel haben (siehe §. 124). Die Abstände der Sehnen, so wie die Länge des großen Durchmessers  $dc$  (welcher hier kleiner erscheint, als der kleine Durchmesser  $gf$ ) werden durch Horizontallinien gefunden, welche von den End- und Theilungspunkten der Linie  $dc$  aus Fig. A nach Fig. B gezogen werden.

#### Erklärung.

§. 200. Die Kugel entsteht, wenn ein Halbkreis sich um seinen unverrückten Durchmesser ringsum dreht. Die Achse



der Kugel ist die unverrückte Linie, um welche der Halbkreis gedreht worden ist. Der Mittelpunkt des Durchmessers des sich umdrehenden Halbkreises ist auch der Mittelpunkt der Kugel. Der Durchmesser der Kugel ist jede, durch den Mittelpunkt der Kugel gezogene Linie, die an beiden Seiten durch die Oberfläche begrenzt wird.

§. 201. Wenn eine Ebene eine Kugel schneidet, so ist dieser Durchschnitt allezeit eine Zirkelfläche. Geht die Ebene durch den Mittelpunkt der Kugel, so ist dieser Durchschnitt die größte mögliche Zirkelfläche, welche irgend ein Durchschnitt dieser Kugel geben kann. Je weiter vom Mittelpunkte der Kugel der Durchschnitt gemacht wird, je kleiner wird die Zirkelfläche seyn.

#### Sechszwanzigste Aufgabe.

Den Durchschnitt einer Kugel in verschiedenen Richtungen im Grund; und Aufrisse zu zeichnen.

§. 202. Da die Kugel unter jeder Ansicht ihre Form behält, und der Durchschnitt einer Kugel jederzeit eine Zirkelfläche bildet, so ist Alles, was früher von §. 142 bis §. 158 über die Zeichnung der Zirkelflächen gesagt worden ist, auf diese Aufgabe anzuwenden. Demnach wird, wenn die durchschneidende Ebene parallel mit der Tafel geht, auf derselben der Durchschnitt als eine Zirkelfläche erscheinen. Ist die durchschneidende Ebene rechtwinklig gegen die Tafel gerichtet, so erscheint der Durchschnitt auf derselben als eine gerade Linie. In Fig. C ist die durchschneidende Ebene rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet, deshalb erscheint daselbst der Durchschnitt als die gerade Linie ab. Die wahre Form und Größe dieses Kugeldurchschnittes ist die, neben Fig. C gezeichnete Zirkelfläche, die eine parallele Lage mit der senkrechten Tafel hat. In Figur D ist derselbe Durchschnitt der Kugel dargestellt, nur mit dem Unterschiede, daß hier der horizontale Durchmesser des Durchschnittes, und folglich auch die, mit ihm gleichlaufenden Seiten oder Theilungslinien im Aufrisse und Grundrisse eine parallele Lage mit beiden Tafeln haben, und deshalb auf beiden ihre wahre Länge behalten. Weil aber die durchschneidende Ebene gegen beide Tafeln, so wie auch im Grundrisse C eine schräge Lage hat, so erscheinen diese Durchschnitte als Ellipsen, über deren Zeichnung alles Nöthige schon oben gesagt ist, weshalb die Zeichnung der Fig. 50 auch ohne Erklärung Jedem verständlich seyn wird.

Fig. 50.

#### Erklärung.

§. 203. Eine hyperbolische Linie, oder Hyperbel, ist die Durchschnittslinie der Kegeloberfläche mit einer Ebene, die parallel mit der Achse geht.

## Siebenundzwanzigste Aufgabe.

Eine Hyperbel im Grund- und Aufrisse  
zu zeichnen.

Fig. 51.

§. 204. Ist die Ebene, welche den Kegel parallel mit seiner Achse durchschneidet, rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet, so erscheint der Durchschnitt, oder die Hyperbel im Grund- und Aufrisse als die gerade Linie  $ac$  und  $ab$  (siehe Fig 51 E). Soll die durchschneidende Ebene in paralleler Lage mit der senkrechten Tafel gezeichnet werden, wie Fig. F, so muß die Hyperbel auf folgende Weise konstruirt werden. Man bestimme zuerst in einer Profilzeichnung, Fig. E, die Entfernung der durchschneidenden Ebene von der Achse des Kegels, und gebe der Ebene eine rechtwinklige Lage gegen die senkrechte Tafel, welche deshalb als die Linie  $ab$  daselbst erscheinen wird. Darauf theile man  $ab$  in beliebige Theile, ziehe durch die Theilungspunkte Horizontallinien bis zur Oberfläche des Kegels, und verlängere dieselben willkürlich in den Aufriß Fig. F. Diese Horizontallinien muß man sich als Ebenen denken, deren Durchschnitte Zirkelflächen von verschiedener Größe bilden.

§. 205. Ist auf diese Weise die Profilzeichnung vollendet, so zeichne man zu Fig. F den Grundriß des Kegels mit dem Halbmesser  $e''f' = ef$  (in Fig. E), ziehe die Linie  $a'c'$  parallel mit der Basis in gleicher Entfernung von  $e''$ , als  $ab$  von der Achse  $e'e$  in Fig. E entfernt ist. Die Linie  $a'c'$  ist die Projektion der Ebene im Grundrisse, welche den Kegel, parallel mit dessen Achse durchschneidet, und die in Fig. E als die Linie  $ab$  erscheint. Mit den Halbmessern 1 und 2 (in Fig. E) beschreibe man im Grundrisse (Fig. F) die Kreise  $1',1'$  und  $2',2'$ , welche die horizontalen Durchschnitte des Kegels in ihrer wahren Form und Größe als Zirkelflächen im Grundrisse darstellen, und die Linie  $a'c'$  in den Punkten  $1',1'$  und  $2',2'$  schneiden werden. Da nun die Linie  $a'c'$  die Projektion der durchschneidenden Ebene ist, so müssen die Durchschnittspunkte  $1',1'$  und  $2',2'$  auch die Punkte seyn, in denen die krummen Oberfläche des Kegels durch besagte Ebene geschnitten wird. Konstruirt man deshalb diese Punkte durch senkrechte Linien in den Aufriß, so werden diese die, aus den Theilungspunkten 1 und 2 (in Fig. E) horizontal gezogenen Linien schneiden, und man kann durch Vereinigung dieser gefundenen Durchschnittspunkte und der leicht zu bestimmenden Punkte  $a'b'c'$  die Hyperbel in paralleler Lage mit der senkrechten Tafel leicht aus freier Hand zeichnen. Je mehr Theilungspunkte auf der Linie  $ab$  in Fig. E angenommen werden, desto genauer kann man die Hyperbel zeichnen.



## Erklärung.

§. 206. Eine Parabel ist die Durchschnittslinie der Kegeloberfläche mit einer Ebene, die denselben Neigungswinkel zur Grundfläche hat, als eine, von der Spitze des Kegels nach dem Umkreise der Grundfläche gezogene gerade Linie.

## Achtundzwanzigste Aufgabe.

Eine Parabel in verschiedenen Richtungen im Grund- und Aufrisse zu zeichnen.

§. 207. Wenn die durchschneidende Ebene rechtwinklig gegen die senkrechte Tafel gerichtet ist, so erscheint die Durchschnittslinie, oder die Parabel, als die gerade Linie  $ab$ , welche gleichen Neigungswinkel zur Grundfläche  $af$  hat, als die aus der Spitze des Kegels in den Umkreis der Grundfläche gezogene Linie  $ed$  (siehe Fig. G im Aufrisse). Diese Parabel erscheint aber im Grundrisse G als die krumme Linie  $abc$ . Die Konstruktion derselben ist auf gleiche Weise gefunden worden, als die der Hyperbel in voriger Aufgabe, indem man die Linie  $ab$  in beliebige Theile 1, 2, 3 theilt, und durch diese Theilungspunkte horizontale Linien bis zur Umfangslinie des Kegels zieht, (welche daselbst horizontale Regeldurchschnitte vorstellen, und des halb im Grundrisse als die Zirkelflächen 1,1, 2,2, 3,3 erscheinen). Aus diesen Theilungspunkten zieht man wieder senkrechte Linien in den Grundriß, durch welche die Umkreise der Regeldurchschnitte in den Punkten 1,1, 2,2, 3,3 geschnitten werden. Vereinigt man diese Durchschnittspunkte mit den Punkten  $abc$ , so giebt die Linie  $a123b321c$  die Projektion einer Parabel im Grundrisse.

Fig. 52.

§. 208. Wenn die, den Kegel durchschneidende Ebene, parallel mit der Basis, aber geneigt gegen die senkrechte Tafel dargestellt werden soll, so können alle nöthigen Maaße aus Fig. G, auf die in §. 204 und 205 angegebene Weise abgetragen werden, wo alsdann die Parabel wie Fig. H im Grund- und Aufrisse erscheint. Doch wegen der, gegen beide Tafeln geneigten Lage der Ebene, wird das Bild der Parabel auch im Aufrisse, Fig. H, nicht in der wahren Größe erscheinen, sondern dies wird nur alsdann der Fall seyn, wenn die Parabel parallel mit der senkrechten Tafel, wie Fig. I, gezeichnet ist, wiewohl der Unterschied wenig beträgt.

§. 209. Die in diesem Kapitel gegebenen Aufgaben und die dazu gehörenden Auflösungen sind hinreichend, um den Anfänger mit den ersten Regeln bekannt zu machen, nach welchen die Umrisse der Körper richtig und genau im Grund- und Aufrisse geometrisch gezeichnet werden müssen. Wer diese Regeln ganz inne hat, wird auch gewiß sich leicht selbst helfen können,

wenn er in der Folge geometrische Zeichnungen von Gegenständen machen will, die nicht in diesen Aufgaben vorkommen.

## Dritter Abschnitt.

### Erstes Capitel.

Einleitung zur Lehre von Licht und Schatten.

§. 210. Das, was die Dinge sichtbar macht, heißt Licht. Der gänzliche Mangel an Licht heißt Finsterniß.

§. 211. Oft werden dreierlei Dinge, sowohl in der Umgangssprache, als auch in der Kunstsprache, mit dem Namen Licht bezeichnet, die unterschieden werden müssen.

1) Der Körper, welcher leuchtet, z. B. die Sonne, der Mond, die Lichtflamme u. s. w.

2) Die Materie, welche von diesen leuchtenden Körpern ausströmt, und andre Körper sichtbar macht, welche gewöhnlich, „Lichtstrahlen“ genannt wird.

3) Die Flächen der Gegenstände, welche durch die von den leuchtenden Körpern ausströmenden Lichtstrahlen erhellt und sichtbar werden. So sagt man z. B., das Licht in dem Gemälde ist nicht gut vertheilt, was so viel sagen will, als, „das Verhältniß der Größen, oder der Helligkeit der beleuchteten Flächen in dem Gemälde, ist nicht nach den Regeln der Schönheit, oder nach denen der Wahrheit angeordnet und dargestellt.“

§. 212. Wir können demnach von der Form der uns umgebenden Gegenstände durch den Sinn des Gesichts nur unter der Bedingung eine deutliche Vorstellung erhalten, wenn diese Gegenstände von den ausströmenden Lichtstrahlen eines leuchtenden Körpers beleuchtet, oder erhellt werden. Doch nicht jeder Theil eines beleuchteten Körpers von ungleicher Oberfläche, oder von mehreren Seiten, wird in gleicher Helligkeit dem Auge erscheinen; manche Seite wird mehr, manche weniger helle, manche dunkel seyn.

§. 213. Oft bekommen wir schon durch Vergleich der hellern oder dunklern Flächen eines Körpers, eine deutliche Vorstellung von seiner Oberfläche und Form, wenn er auch



dem Auge, seinem äußern Umrisse nach, anders erscheint, als er wirklich ist. Man stelle z. B. einen Cylinder neben einen Kubus, von dem zwei Seiten in gleicher Breite gegen das Auge gewendet sind; neben diese beiden Körper stelle man wieder ein Parallelepipedum, dessen zwei, nach dem Auge gewendete Seiten, von sehr verschiedener Breite seyn können, gebe diesen drei Körpern solche Größe und Richtung gegen das Auge, daß ihre äußern Umrisse ganz gleich groß erscheinen. Stellt man nun ein Licht hinter diese drei Körper, so, daß kein Lichtstrahl ihre nach dem Auge zugewendeten Seiten beleuchtet; so werden dieselben einander ganz gleich, und wie drei ebene Rechtecke aussehen. Sobald man aber das Licht ohngefähr halb vor, halb neben diese drei Körper setzt, so wird man, ohne das Auge zu verrücken, an den, durch diese Beleuchtung entstehenden Licht- und Schattenflächen, und ihrer sichtbar gewordenen großen Verschiedenheit, innerhalb ihrer ganz gleichen äußern Umrisse, sogleich jeden Körper von den andern unterscheiden können.

§. 214. Fig. 53 wird das gegebene Beispiel noch deutlicher machen. Gesezt Fig. 53 a wäre im Aufrisse die Ansicht von drei neben einander liegenden Flächen. Aus dem bloßen Umrisse derselben kann aber Niemand sehen, ob diese drei Flächen in einer Ebene liegen, folglich im Grundrisse als eine gerade Linie erscheinen würden; oder ob sie im Grundrisse die Richtung wie Fig. b, oder wie Fig. c u. s. w. gegen einander haben, oder ob ihre Oberfläche eben oder gekrümmt ist. Schattirt man aber diese drei Flächen im Aufrisse regelrecht, so wird man auf den ersten Anblick sogleich, auch ohne einen dazu gezeichneten Grundriß, unterscheiden können, welche von diesen Flächen eben oder gekrümmt ist, und welche Richtung dieselbe gegen die andern Flächen hat.

Fig. 53.

§. 215. Da also die deutliche Vorstellung von einem Körper in der Natur schon, wie viel mehr noch bei einer Zeichnung, nicht bloß von der Genauigkeit der äußern Umrisse abhängt, sondern die Beleuchtung dieses Körpers, und die Fäsigkeit, diese Beleuchtung durch Zeichnung ausdrücken zu können, dabei eben so wichtig und unentbehrlich ist; so ist es deshalb für den zeichnenden Künstler, er mag perspektivische oder geometrische Zeichnungen verfertigen, ganz unerläßlich, die nöthigen Erfahrungssätze über Licht und Schatten kennen, und die sich darauf gründenden Regeln beim Zeichnen, anwenden zu lernen.

§. 216. Doch nicht Alles, was der Zeichner perspektivischer Zeichnungen in Hinsicht der Beleuchtung verstehen muß, ist bei Verfertigung geometrischer Zeichnungen zu verstehen nöthig; ich werde deshalb nur das, dem Zwecke dieses Buches

gemäß, deutlicher zu entwickeln suchen, was zu Abschattung geometrischer Zeichnungen zu wissen unentbehrlich ist, und das darauf Bezug habende, einzeln betrachtet, genauer bestimmen.

### Leuchtende Körper.

§. 217. Die Kraft der leuchtenden Körper, Gegenstände zu erhellen, und ihr Licht entfernten Körpern mitzutheilen, ist sehr verschieden. Man vergleiche nur die Stufenfolge der Lichtkraft eines brennenden Holzspans mit der eines Wachstichtes oder einer archaischen Lampe, oder gar mit der einer gleich großen Gasflamme. Welch ein Unterschied zwischen der Lichtkraft des erstern, und der, der letztern! Doch auch diese verschwindet ganz im Vergleich mit der des Sonnenlichtes. Beim Sonnenschein sind auch selbst die entferntesten Gegenstände eben so hell erleuchtet, als die nächsten, und wenn uns die entfernten weniger hell erscheinen, so hat dies eine andere Ursache, von der späterhin ausführlicher etwas gesagt werden soll. Da nun bei geometrischen Zeichnungen die Deutlichkeit ein Haupterforderniß ist, so nimmt man bei dieser Art Zeichnungen die Sonne als den leuchtenden Körper an, und gründet alle Regeln über Licht und Schatten auf die bestehenden Gesetze der Sonnenbeleuchtung.

### Lichtstrahlen.

§. 218. Hier ist nicht der Ort, über das Wesen dessen, was den leuchtenden Körpern entströmt, und andere Körper sichtbar macht, oder über das Wesen der Lichtstrahlen Untersuchungen anzustellen, dies ist Sache des Physikers. Zu unserm Zwecke genügt es zu wissen, daß alle von leuchtenden Körpern ausströmende Lichtstrahlen, in der Richtung einer geraden Linie, auf dunkle Körper fallen, und diese erhellen. Um sich davon zu überzeugen, stelle man nur in die Nähe eines Lichtes ein Stäbchen auf, dies wird einen Schatten auf die Fläche werfen, worauf es steht. Hält man nun sein Auge an den Endpunkt des Schattens, so wird man sich leicht überzeugen, daß dieses, die Spitze des Stäbchens, und die Lichtflamme in einer geraden Linie liegen. Bei dergleichen Versuchen wird man gar bald auch diese Erfahrung machen, daß, wenn der leuchtende Körper größer ist, als der Schattenwerfende, die Grenzlinien seines Schattens kleiner werden, und sich in eine Spitze vereinigen, hingegen ist ersterer kleiner, so gehen die Grenzlinien des Schattens aus einander. Zeichner und Maler perspektivischer Gemälde wählen sehr oft Scenen zu ihren Gemälden, wo durch Fackel- oder Kerzenlicht, oder vom Monde, oder durch brennende Gebäude, oder von einem feuerspeienden Berge und



m. dgl., die Gegenstände ihrer Darstellungen beleuchtet werden, deshalb müssen diese Künstler die eigenthümliche Wirkung jedes dieser leuchtenden Körper kennen. Doch solche Aufgaben gehören nicht in das Gebiet der geometrischen Zeichnungskunst, und alle Regeln, die sich auf andre leuchtende Körper, als die Sonne, beziehen, müssen in einem Lehrbuche für Zeichner und Maler perspektivisch gezeichneter Gegenstände abgehandelt werden. Die ungeheure Größe der Sonne, im Vergleich zu unsrer Erde, und ihre erstaunliche Entfernung macht, daß alle von der Sonne ausgehende Lichtstrahlen parallel erscheinen. Auf diese Erfahrung gründet sich deshalb diese Regel: „Daß alle Lichtstrahlen bei geometrischen Zeichnungen, zu Bestimmung der Licht- und Schattengrößen, nicht nur als gerade, sondern auch als parallele Linien angesehen und gezeichnet werden müssen.“

§. 219. Man spricht deshalb von Lichtstrahlen, wie von geraden Linien, und sagt: „man soll einen Lichtstrahl durch den oder jenen Punkt ziehen, um zu bestimmen, wohin der Schatten dieses Punktes fallen wird.“

#### Unterschied der Körper, in Hinsicht auf Beleuchtung derselben.

§. 220. Die Wirkung, welche leuchtende Körper auf die Oberflächen dunkler Körper hervorbringen, und welche man in der Kunstsprache mit dem Worte „Beleuchtung“ bezeichnet, hängt nicht bloß von der Verschiedenheit des leuchtenden, sondern auch des beleuchteten Körpers ab. Es giebt nämlich durchsichtige und undurchsichtige Körper. Bei durchsichtigen Körpern wird man weniger ihre beleuchtete, oder nicht beleuchtete Oberfläche, als vielmehr die Helligkeit, oder Dunkelheit des dahinter liegenden Körpers gewahr; z. B. bei Körpern von Glas oder Krystall u. s. w.; folglich können auch die hellen oder dunklen Stellen, welche man auf der Oberfläche durchsichtiger Körper gewahr wird, nach §. 213, keine deutliche Vorstellung von der wahren Form ihrer Oberfläche geben, sondern werden vielmehr eine Verwirrung bewirken. Da es nun bei geometrischen Zeichnungen ein Haupterforderniß ist, eine deutliche Vorstellung von der Form und Größe eines Körpers zu geben, so würden demnach durchsichtige Körper dazu nicht passen; es bleiben folglich nur undurchsichtige Körper zu geometrischen Aufgaben anwendbar, aber auch bei diesen finden Ausnahmen Statt.

§. 221. Die Oberfläche undurchsichtiger Körper ist entweder rauh oder polirt, wie eine Spiegelfläche, oder sie ist keins von beiden, sondern hält das Mittel zwischen diesen beiden Extremen. Ferner ist die Farbe der Oberfläche entweder hell oder

dunkel. Körper mit rauhen Oberflächen, als Pelze, und diesen ähnliche Zeuge, sind für den Zeichner und Maler perspektivischer Zeichnungen und Gemälde sehr wichtig. Die große Abwechselung von Licht und Schatten und Farben auf pelzartigen rauhen Oberflächen, bewirkt bei gelungener Anordnung durch ihren Kontrast zu glatten und polirten Oberflächen oft eine außerordentlich schöne Wirkung. Doch dergleichen malerische Wirkungen bezweckt man bei geometrischen Zeichnungen nicht, bei diesen würden rauhe Oberflächen der geometrisch gezeichneten Körper, statt Deutlichkeit und Bestimmtheit der Verhältnisse und Formen zu bewirken, nur Verwirrung hervorbringen. Bei Oberflächen, die hingegen wie Spiegel polirt sind, fallen die Lichtstrahlen in eben dem Winkel, aber in entgegengesetzter Richtung zurück, in dem sie auf die polirte Fläche gefallen sind. Dieses Zurückfallen der Lichtstrahlen, was man „das Reflektiren der Lichtstrahlen nennt“, findet zwar bei allen undurchsichtigen Körpern Statt, nur mit dem Unterschiede, daß, je rauher ihre Oberfläche ist, je weniger bemerkt man, daß von ihnen die Lichtstrahlen reflektirt werden. Bei sehr polirten Körpern aber, wie bei Spiegeln, fallen die Lichtstrahlen in fast gleicher Lichtstärke zurück, während diese beleuchteten polirten Flächen kaum bemerkbar erhellt erscheinen, es spiegelt sich vielmehr das Bild der daneben liegenden Gegenstände mit allen Farben auf diesen Oberflächen ab. Sind nun die sich spiegelnden Gegenstände dunkel, so wird die beleuchtete polirte Fläche dunkel, statt hell erscheinen. Die Gesetze, nach welchen undurchsichtige Körper überhaupt, hauptsächlich aber die wie Spiegel polirten Flächen, die Lichtstrahlen und das Bild der sie umgebenden Gegenstände zurückwerfen, wird in einer eigenen Wissenschaft „Katoptrik“ genannt, abgehandelt. Die Kenntniß derselben ist dem Künstler zu perspektivischen Gemälden nothwendig, da er oft in den Fall kommt, Gegenstände darzustellen, die wie Spiegel Licht und Schatten und das Bild der daneben liegenden Körper reflektiren, wie z. B. Wasserflächen. Doch zu geometrischen Aufgaben passen Körper mit polirten Oberflächen nicht, wie aus dem Vorhergehenden hinlänglich hervorgeht; folglich übergehen wir alle, auf dieselben sich beziehende Regeln, und geben nur die Wirkung der Lichtstrahlen auf nicht zu rauhen und unpolirten Flächen an.

§. 222. Auch die Farbe der Oberfläche hat einen großen Einfluß auf die Wirkung von Licht und Schatten. Bei Körpern von heller Farbe kann man auf ihren beleuchteten Oberflächen dieselben Unebenheiten sehr deutlich sehen, die man bei Körpern von dunkler Farbe kaum gewahr werden kann. Ferner kann man bei erstern auf ihren Schattenflächen die Wirkung des schwachen Reflexlichtes sehr deutlich gewahr werden,



während diese bei letzteren kaum bemerkbar ist. Deshalb nimmt man an, daß die Oberfläche eines geometrisch zu zeichnenden Körpers 1) nicht von zu dunkler Farbe, 2) nicht rauh, 3) nicht polirt sey, und ohngefähr die Beschaffenheit habe, als eine hell angestrichene, glatt beworfene Mauer, oder glattes, unpolirtes Holz von gleicher heller Farbe, und grünet nun auf diese Voraussetzung die folgenden Erfahrungssätze und Regeln.

## Zweites Capitel.

Ueber die verschiedene Wirkung der Lichtstrahlen, je nachdem ihre Richtung gegen die zu beleuchteten Flächen verschieden ist.

§. 223. Die Richtung der Flächen, aus denen die Oberfläche eines Körpers besteht, gegen die Lichtstrahlen, oder, was gleichbedeutend ist, die Richtung der Lichtstrahlen gegen die Flächen, kann nur auf dreierlei Weise gedacht werden, 1) senkrecht, 2) schief, 3) parallel. Im erstern Falle äußert sich die Lichtkraft am stärksten, und eine solche rechtwinklig gegen die Lichtstrahlen gerichtete Fläche ist die hellste unter allen übrigen. Die Flächen, welche eine parallele Richtung mit dem Lichtstrahle haben, können von demselben nicht mehr getroffen werden, und sind deshalb dunkel. Alle Flächen, deren Richtung zwischen diesen beiden Extremen ist, und die folglich eine schiefe Richtung gegen die Lichtstrahlen haben, werden bald heller bald dunkler erscheinen, je nachdem sie sich dem einen oder dem andern Extreme nähern.

§. 224. Um einen anschaulichen Begriff von dem, was hier gesagt worden ist, zu bekommen, betrachte man Fig. 54. Die im Grundrisse gegen die Kanten des Polygons mit SZ parallel punctirten Linien, zeigen die Richtung der Sonnenstrahlen an, folglich ist die Fläche a, welche eine rechtwinklige Richtung gegen die aus S nach dem Mittelpunkt, und mit den Sonnenstrahlen parallel gezogene Linie hat, die hellste \*) von

Fig. 54.

\*) Auf der Kupfertafel ist zwar die Fläche x, als die hellste Fläche getuschelt worden, aber die Ursache wird erst weiter unten §. 228 und §. 295 angegeben werden.

allen, und die beiden Flächen  $t$  und  $g$ , welche parallel mit dem Lichtstrahle liegen, sind dunkel. Die Flächen, welche zwischen  $t$  und  $g$  liegen, nehmen in eben dem Verhältnisse in ihrer Helligkeit zu, als sich ihre Lage der, gegen die Lichtstrahlen rechts winkligen Richtung der Seite  $a$  nähert. Eben so nehmen die Seiten zwischen  $a$  und  $g$ , oder zwischen  $a$  und  $t$ , in ihrer Helligkeit wieder in demselben Verhältnisse ab, als sie sich der, mit den Lichtstrahlen parallel liegenden Fläche  $g$  oder  $t$  nähern. Denn wenn man die Zwischenräume der, nach den Eckpunkten jeder Seite parallel gezogenen Lichtlinien vergleicht, so wird jeder Zwischenraum die Summe der Lichtstrahlen, die auf jede Seite fallen können, ausdrücken; folglich muß, so wie sich die Summe der darauf fallenden Lichtstrahlen vermindert, auch die Helligkeit der Seite abnehmen. Alle Flächen dieses Körpers von  $a$  bis  $f$  und von  $a$  bis  $u$  würden demnach von den Lichtstrahlen getroffen werden, und zusammen die Lichtseite dieses Körpers seyn. Die entgegengesetzten Seiten aber von  $t$  nach  $n$  bis  $g$  werden nicht von den Lichtstrahlen getroffen werden, und die Schattenseite des Körpers ausmachen, oder man sagt auch, „alle diese Seiten, welche den Lichtstrahlen abgewendet sind, liegen im Seitenschatten des Körpers.“

§. 225. Schon früher, als von der Wirkung des Lichtes auf spiegelglatte Oberflächen gesprochen wurde, wurde der Reflexion des Lichtes gedacht. Ich will hier nicht erst auseinander setzen, wie wohlthätig für alle sehenden Geschöpfe diese Eigenschaft des Lichtes wirkt. Man denke sich nur recht lebhaft, wie viel wir entbehren müßten, wenn nur diejenigen Flächen der Körper sichtbar wären, die unmittelbar von den Lichtstrahlen getroffen würden, und alles übrige in der Natur so finster wäre, daß man nicht das geringste davon wahrnehmen könnte. Nur durch die Eigenschaft der Lichtstrahlen, undurchsichtige Körper zu erhellen, und von diesen nach allen Seiten hin erhellend zurückgeworfen, oder reflektirt zu werden, wird auch die Dunkelheit der Schattenseiten so gemildert, daß in sehr vielen Fällen bloß durch Reflexlicht der wohlthätige Einfluß des mangels den wirklichen Lichts entbehrt werden kann. So werden unsere Zimmer, wenn die Sonne nicht hineinscheint, nur durch Reflexlicht erhellt. Wenn aber auch das Reflexlicht oft sehr stark wirkt, z. B. von einer Fläche Schnee, oder einer hellen Mauer, die von der Sonne beschienen werden, so ist doch die Lichtkraft desselben weit schwächer, als die des Sonnenstrahls. Während dieser unter jeder Entfernung gleich kräftig wirkt, hat die Entfernung des reflektirenden Körpers von den, durch Reflexlicht beleuchteten Schattenseiten eines Körpers, einen großen Einfluß auf seine Lichtkraft; oder je entfernter der reflektirende Körper von dem andern dunklen Körper ist, desto schwächer ist



die Wirkung seines Lichtes auf denselben. Wegen der geringeren Lichtkraft des Reflexlichtes kann man auch auf beleuchteten Flächen die Wirkung desselben gar nicht bemerken, weil jederzeit durch die Kraft des stärkern Lichtes die Wirkung des schwächern unbemerkbar wird. Man stelle z. B. in den Sonnenschein ein brennendes Wachlicht, so wird man kaum die Flamme desselben gewahr werden, noch weniger aber kann die geringste Wirkung seines Lichtes auf Flächen bemerkt werden, die vom Sonnenlichte erhellt sind. Deshalb kann man auch bei Tage keinen Stern sehen, so hell sie auch während der Nacht leuchten. Deshalb sieht man auch nur auf der Schattenseite des Körpers mehr oder weniger die Wirkung des Reflexlichtes, 1) je nachdem der Körper, wegen seiner glätteren oder helleren Oberfläche mehr oder weniger Helligkeit annehmen kann, 2) je nachdem der reflektirende Körper selbst, heller oder glatter ist, und näher oder entfernter von dem Körper sich befindet, dessen Schattenseite durch sein Reflexlicht erhellt wird, 3) je nachdem die reflektirende Fläche größer oder kleiner ist, und 4) je nachdem die reflektirten Lichtstrahlen mehr oder weniger rechtwinklig die Schattenseite treffen.

§. 226. Dieselben Gesetze, nach welchen die verschiedenen Seiten der Körper mehr oder weniger durch Lichtstrahlen erhellt werden, und die schon früher angegeben worden sind, gelten auch für die Bestimmung der Wirkung des Reflexlichtes. Demnach werden die im Seitenschatten liegenden Flächen  $m$  und  $n$ , welche fast rechtwinklig gegen die, von der dahinter liegenden Wand  $C'D'$ , reflektirten Strahlen gerichtet sind, heller werden, als die schiefer liegenden Flächen von  $m$  bis  $g$ , oder von  $n$  bis  $t$ , deren Helligkeit in dem Verhältnisse abnimmt, als ihre Richtung sich den beiden Seiten  $g$  und  $t$  nähert. Indes wird stets die durch Reflexlicht erhellte Schattenseite bemerkbar dunkler seyn, als die durch Lichtstrahlen beleuchtete Lichtseite eines Körpers.

§. 227. Schon früher, §. 225, ist gesagt worden, daß die Lichtstrahlen, von den, durch sie beleuchteten Flächen nach allen Seiten hin reflektirt werden. Am stärksten wirkt das Reflexlicht unter demselben Winkel, (nur in entgegengesetzter Richtung), in welchem der Lichtstrahl auf die beleuchtete Fläche gefallen ist. Von der Wahrheit dieser Beobachtung kann man sich leicht überzeugen, wenn man Lichtstrahlen auf eine Spiegelfläche fallen läßt, wo man durch Bewegung der Spiegelfläche die darauf gefallenen Lichtstrahlen fast nach jedem beliebigen Orte hinleiten kann. Bei weniger spiegelnden Flächen, z. B. Metall und polirtem Holze u. dgl. m. ist diese Eigenschaft noch sehr bemerkbar, doch bei Oberflächen, wie die des weißen Papiers, ist sie es nur noch in geringem Grade.

§. 228. Befindet sich nun das Auge in der Linie, in welcher die Lichtstrahlen von der beleuchteten Fläche mit der größten Helligkeit zurückfallen, oder was gleichviel ist, fallen die Lichtstrahlen mit der größten Helligkeit in der Richtung der Sehelinien zurück; so erscheint dem Auge eine Spiegelfläche so hell, als der leuchtende Körper selbst. Ein Körper mit einer polirten Oberfläche erscheint an der Stelle, von der die Lichtstrahlen in der Richtung der Sehelinien reflektirt werden, glänzend hell, weshalb man diese Stelle in der Kunstsprache „das Glanzlicht des Körpers“ nennt. Bei einem Körper, dessen Oberfläche zwar nicht polirt, aber doch glatt genannt werden kann, wird eine solche Stelle heller erscheinen, als sie ihrer Lage wegen die Lichtstrahlen gemäß erscheinen sollte. So wird z. B. bei Fig. 54 die Fläche  $x$ , von der die Lichtstrahlen in der Richtung der Sehelinien reflektirt werden, heller erscheinen, als die Fläche  $a$ , welche doch rechtwinklig gegen die Lichtstrahlen gerichtet ist, und deshalb die hellste unter allen Flächen der Lichtseite des Polygons seyn müßte. Hat indeß die Oberfläche des Körpers die Beschaffenheit, wie z. B. weißes Papier, so würde die Helligkeit der reflektirten Lichtstrahlen weniger bemerkbar seyn, und dem Auge die Fläche  $a$  heller erscheinen, als die Fläche  $x$ . Da es nun dem Zeichner frei steht, die Oberfläche des Körpers, wenigstens in den mehresten Fällen, etwas mehr oder etwas weniger glatt anzunehmen; so muß es ihm auch freistehen, die hellste Lichtfläche bei einem Polygon oder runden Körper in der Fläche  $a$ , oder in der Fläche  $x$  anzunehmen.

#### Vom Schlagschatten.

§. 229. Wenn der prismatische Körper, Fig. 54, auf einer horizontalen Fläche steht, welche ihrer Lage nach von den Lichtstrahlen erhellt wird, so wird, da keine Lichtstrahlen durch den undurchsichtigen prismatischen Körper dringen können, der Raum hinter dem Prisma dunkel seyn müssen, oder wie man sich auszudrücken pflegt „es wird vom Prisma auf die horizontale Fläche ein Schlagschatten geworfen.“

§. 230. Der Schlagschatten ist demnach von dem Seitenschatten wesentlich dadurch unterschieden, daß die Fläche, auf die der Schlagschatten fällt, den Lichtstrahlen zugewendet ist, und dieselben nur durch irgend einen Gegenstand gehindert werden, diese Fläche zu treffen. Hingegen kann der Seitenschatten nur auf Flächen Statt finden, die den Lichtstrahlen abgewendet sind.

§. 231. Da die Lichtstrahlen parallel gehen, so wird der Schlagschatten eben so breit als das Prisma seyn müssen. Versände sich die Sonne, indem sie das Prisma erleuchtete, so tief am Horizonte, daß ihre Strahlen mit der horizontalen Fläche,



auf welche man sich das Prisma gestellt denkt, parallel gehen, so würde der Schlagschatten des Prismas unendlich lang seyn. Wenn aber die Sonne am Himmel aufsteigt, so wird dieser Schlagschatten immer kürzer werden, und endlich ganz verschwinden müssen, so bald die Sonne senkrecht über dem Prisma steht, wie dies innerhalb der Wendekreise um Mittag der Fall ist, wo alsdann der Schlagschatten des Prismas den Raum seiner Grundfläche einnimmt. Die Länge des Schlagschattens hängt also jedesmal von der angenommenen Höhe der Sonne über dem Horizonte ab.

§. 232. Wenn die Sonne die Höhe über dem Horizonte hat, daß sie die obere Fläche des Prismas beleuchtet, ohne senkrecht über derselben zu stehen, so würden die beiden perpendicularen Seiten  $t$  und  $g$ , und die horizontal liegenden Seiten auf der obern Fläche  $h$ ,  $i$ ,  $k$  bis  $s$  den Schlagschatten des ganzen prismatischen Körpers werfen müssen, weil diese Seiten zusammen die Grenzen sind, wo die Lichtseite des Körpers aufhört, und dessen Schattenseite anfängt, an denen folglich die Lichtstrahlen neben dem Körper vorbeifallen müssen. Diese Grenzen des Körpers werden die „schattenwerfenden Kanten“ genannt, indem von ihnen die ganze Form seines Schlagschattens abhängt.

§. 233. Denkt man sich durch alle Punkte der schattenwerfenden Kanten, mit der angenommenen Richtung des Lichtstrahls  $sz$ , parallele Linien gezogen, die man „Lichtlinien“ nennt, und nimmt eine Fläche an, die diese Lichtlinien durchschneidet, wie z. B. in Fig. 54 die Wand  $C'D$ ; so wird auf diese ein Theil des Schlagschattens fallen müssen, dessen Form im Aufrisse Fig. 54 auf der Wand  $C'D$  angegeben ist. Wie diese Form des Schlagschattens gefunden wird, soll durch die weiter unten gegebenen Auflösungen der Aufgaben ausführlicher gezeigt werden. Hier soll nur noch vorher einiges über die Dunkelheit der Schlagschatten angeführt werden, worauf ich mich in der Folge beziehen kann.

§. 234. Die Schlagschatten auf Flächen, die eine rechtwinklige Richtung gegen die Lichtstrahlen haben, werden die größte Dunkelheit unter allen übrigen Schlagschatten haben, weil diese gar nicht von rechtwinklig reflectirten Lichtstrahlen getroffen werden können. Hieraus folgt auch zugleich, daß diejenigen Schlagschatten am wenigsten dunkel sind, die auf Flächen fallen, welche die schiefste Richtung gegen die Lichtstrahlen haben, weil diese Schlagschatten am meisten der Einwirkung des Reflexlichtes ausgesetzt seyn werden. Auch die größere Entfernung des Körpers von der Fläche, auf die er seinen Schlagschatten wirft, trägt viel bei, die Dunkelheit desselben zu mildern. Im Allgemeinen kann man dies als Regel annehmen,

„daß alle Schlagschatten dunkler als die Seitenschatten seyn müssen.“

§. 235. Wenn aber an einem Körper, oder bei Zusammenstellung mehrerer Körper Vertiefungen oder Zwischenräume vorkommen, in die weder ein Lichtstrahl, noch Reflexlicht dringen kann, so sind dies die dunkelsten Stellen, die in einer solchen Darstellung vorkommen, und sind dunkler, als die dunkelsten Schlagschatten, da bei dergleichen Vertiefungen völlige Finsterniß Statt finden muß. Selbst bei den dunkelsten Schlagschatten wird die Dunkelheit durch Reflexlicht etwas gemildert, wie dieses schon der Name anzeigt, da Schatten jedesmal einen dunklen Raum bedeutet, dessen Dunkelheit durch Reflexlicht noch gemildert wird. Aus diesem Grunde tuschet man die Fensteröffnungen bei Gebäuden dunkler, als die Schlagschatten, da diese als Vertiefungen angesehen werden, in die weder Lichtstrahlen, noch Reflexlicht dringt.

---

### Drittes Capitel.

Einfluß der Entfernung des Auges auf Abschätzung geometrischer Zeichnungen.

---

§. 236. Ein Jeder wird die Bemerkung gemacht haben, oder kann sie doch sehr leicht machen, daß die Gegenstände in der Natur uns immer kleiner erscheinen, je mehr sie sich von unserm Auge entfernen, und daß wir, wenn uns die wahre Größe der Gegenstände bekannt ist, durch den Vergleich, wie klein sie uns erscheinen, und wie groß sie wirklich sind, ziemlich richtig ihre Entfernung schätzen können. So errathen wir z. B. aus der scheinbaren Größe entfernt gehender Menschen ihre Entfernung, weil die wahre menschliche Größe Jedem bekannt ist. In der Perspektive werden die Regeln angegeben, in welchem Verhältnisse die Größen der Gegenstände abzunehmen scheinen, wenn ihre Entfernungen vom Auge zunehmen. In dem ist schon früher auseinander gesetzt worden (§. 102, 103 und 104), daß die, bei der Perspektive gegebenen Regeln, auf die geometrische Zeichenlehre gar nicht anzuwenden sind; folglich kann auch die Entfernung der Gegenstände bei geometrischen Zeichnungen nicht so ausgedrückt werden, als bei perspektivischen. Doch giebt es noch ein anderes Verhältniß,



als das der Größe, durch das wir auch in der Natur die verschiedenen Entfernungen ziemlich richtig schätzen können, welches auf geometrische Zeichnungen angewendet werden kann.

§. 237. Obgleich, wie schon früher gesagt worden ist, die Sonnenstrahlen mit gleicher Helligkeit die nächsten, wie die entferntesten Gegenstände erleuchten, so erscheinen uns dennoch die entferntesten in Hinsicht ihrer Beleuchtung ganz anders, als die nächsten Gegenstände, da die größere oder geringere Masse der Luft, welche sich zwischen dem Auge und dem Gegenstande befindet, eine sehr große Verschiedenheit bewirkt. Die Luft ist zwar ein sehr durchsichtiger Körper, aber dennoch besitzt sie auch, wenn gleich in einem sehr geringen Grade, die Eigenschaft der undurchsichtigen Körper, nämlich, erhellt werden zu können, und die Lichtstrahlen nach allen Seiten hin zu reflektiren.

§. 238. Man betrachte z. B. die Zweige auf der Seitenseite eines Baumes, die von keinem Sonnenstrahle getroffen werden können, so wird man leicht gewahr werden, daß die, nach dem blauen Himmel gewendeten Blätter dieser Zweige nicht nur durch das, vom blauen Himmel herabfallende Reflexlicht bemerkbar erhellt werden, sondern auch, daß dieselben viel von der Farbe des blauen Himmels annehmen, welches ein Beweis ist, daß dieser Reflex von der beleuchteten blauen Luft herrührt. Denn die durch Reflexlicht erhellten Flächen, nehmen jedesmal auch etwas von der Farbe der Fläche an, von der das Reflexlicht kommt. Der Landschaftsmaler muß sehr auf die, von der beleuchteten Luft kommenden Reflexe Rücksicht nehmen, wenn seine Darstellungen das Gepräge der Wahrheit und Harmonie haben sollen. Aber auch der geometrische Zeichner muß bei Gegenständen, die man sich als im Freien stehend denken soll, z. B. bei Häusern u. dgl. m., auf diese Lustreflexe Rücksicht nehmen, und z. B. auf Flächen, die gegen den Himmel gewendet sind, die Schlagschatten heller halten, als er sie ohne diese Rücksicht gehalten haben würde.

§. 239. Je dichter die Luft ist, oder je mehr Dünste sich schwebend in ihr erhalten, desto bemerkbarer wird die Luft erhellt. Deshalb erscheint uns der Himmel am Horizonte heller, als gerade über uns, und auch hier erscheint uns die Luft blau, und nicht fast schwarz, wie dies auf sehr hohen Bergen der Fall ist. Die zwischen den entferntesten Gegenständen sich befindenden Luftschichten sind mehreren hinter einander aufgehängten Vorhängen von sehr durchsichtigen Flor vergleichbar. Durch einen Vorhang wird man die dahinter liegenden Gegenstände noch sehr deutlich erblicken können, doch je mehr dergleichen Vorhänge sich in einiger Entfernung von einander aufgehängt befinden, je weniger wird man hindurch sehen können, bis ends

lich Alles wie eine gleiche Fläche von der Farbe des Flors erscheinen wird. So erscheinen uns von einem hohen Standpunkte aus, die entferntesten Gegenstände nur als eine blaue Fläche, die kaum von dem Tone und der Farbe des Himmels am Horizonte zu unterscheiden ist. Am Morgen und am Abend, wo die untern Luftschichten mehr Dünste in sich aufgenommen haben, sind die Gegenstände in einer Entfernung, in welcher man zu einer andern Tageszeit dieselben noch deutlich erkennen konnte, kaum von dem Tone der Luft am Horizonte zu unterscheiden, während man an den zunächst sich befindenden Gegenständen die hellsten und dunkelsten Farben, und ihre unendlich verschiedenen Vermischungen, so wie das hellste Licht und den dunkelsten Schatten gewahr wird.

§. 240. Diese zunächst liegenden Gegenstände nennt man in der Kunstsprache den *Vorgrund*, und die entferntesten den *Hintergrund*, die zwischen diesen beiden Extremen liegenden, nennt man *Mittelgründe*.

§. 241. Der Grad der Helligkeit und die Reinheit der Farben bei den beleuchteten Flächen, so wie der Grad der Dunkelheit der Schattenflächen des Vorgrundes, nimmt bei den Mittelgründen in eben dem Verhältnisse ab, als sie sich dem Hintergrunde nähern. Sie werden gleichsam mit der Farbe und dem Tone des Hintergrundes immer mehr und mehr überzogen, bis am Ende im Hintergrunde die hellsten Lichtflächen einen gleichen Ton und gleiche Farbe mit den dunkelsten Schattenflächen annehmen.

§. 242. Ein Jeder sieht leicht ein, daß man nicht durch Fußmaaß die Grenzen bestimmen kann, wo der Vorgrund aufhört, und der 1ste, 2te, 3te u. s. w. Mittelgrund anfängt, da es nicht allein von den Entfernungen, sondern auch von der Dichtigkeit der Luft abhängt, welcher Raum als die äußerste Entfernung erscheinen soll. Denn zuweilen wird derselbe Raum, von demselben Standpunkte aus betrachtet, als ein nicht ferner Mittelgrund erscheinen, der zu einer andern Tages- und Jahreszeit als die äußerste Entfernung erscheinen würde.

§. 243. Die Lehre von den Verhältnissen der Helligkeit und Dunkelheit und der Farben des Vorgrundes, zu denen der Mittelgründe und zu denen des Hintergrundes, wodurch bei Darstellungen die verschiedenen Grade der Entfernungen ausgedrückt werden können, wird „die Lehre von der Luftperspektive“ genannt.

§. 244. Luftperspektive hat demnach also gar nichts weiter mit der Perspektive (welche man auch der genauern Bezeichnung wegen, *Linearperspektive* zu nennen pflegt) gemein, als daß in beiden Wissenschaften die Regeln angegeben werden, wie man bei Darstellungen gegebene Entfernungen ausdrücken soll;



aber erstere gründet ihre Regeln auf die Geseze von Licht und Schatten, und letztere auf die Geseze der Erscheinungen der Größen im Raume.

§. 245. Wie wichtig eine gründliche Kenntniß der Luftperspektive vorzüglich für den Landschaftsmaler seyn müsse, der mehrentheils zu seinen Darstellungen Gegenstände zusammengesetzt wählt, die in großen Entfernungen von einander liegen, sieht wohl Jeder von selbst ein. Da aber zu geometrischen Zeichnungen keine Gegenstände gewählt werden können, deren einzelne Theile sehr entfernt von einander liegen, so scheint es auf den ersten Anblick, als wenn für den geometrischen Zeichner die Regeln über Luftperspektive eben so unanwendbar wären, als die Regeln über Linearperspektive. Allein, da dem geometrischen Zeichner die Mittel nicht zu Gebote stehen, wodurch der perspektivische Zeichner Entfernungen ausdrücken kann; so muß es ersterem um so wichtiger seyn, durch Anwendung der Regeln der Luftperspektive, seinen geometrischen Darstellungen mehr Deutlichkeit geben zu können. Um die Deutlichkeit zu vermehren, kann er die aus der Luftperspektive genommenen Regeln selbst da bemerkbar ausdrücken, wo man in der Natur der zu geringen Entfernung wegen, die Wirkung der zwischen dem Auge und dem dargestellten Gegenstände liegenden Luftschicht nicht bemerken könnte.

§. 246. Wenn auch gleich früher gesagt wurde, daß bei geometrischen Zeichnungen die Sehelinien als parallel angenommen würden, oder, was gleichviel ist, die Entfernung des Auges vom darzustellenden Gegenstande als unendlich weit angenommen werden müßte; so kann dadurch nicht gemeint seyn, daß geometrisch gezeichnete Gegenstände, wie Fernen oder wie Hintergründe schattirt werden sollten, denn dies wäre gerade gegen den Zweck einer geometrischen Zeichnung. Eine solche Anwendung der Geseze der Luftperspektive kann nicht gemeint seyn, sondern es soll damit nur gesagt werden, daß man von diesen Gesezen zu den Regeln für Abschattirung eines geometrisch gezeichneten Gegenstandes nur so viel aufnimmt, als hinreicht, um durch Anwendung derselben, die größere oder geringere Entfernung der verschiedenen Flächen deutlicher ausdrücken zu können, wie folgende Regeln näher bestimmen sollen.

### Erste Regel.

§. 247. Wenn Flächen unter gleichem Winkel beleuchtet werden, folglich nach den in §. 223 aufgestellten Regeln von ganz gleicher Helligkeit gezeichnet werden müßten, so wird doch die weiter von dem Auge entfernt liegende Fläche weniger hell getuscht, als die näher liegende, oder, wenn man diese Regel in der Kunstsprache ausdrücken will, so sagt man „das Licht der

Fig. 55.

entfernten Flächen muß etwas gedämpft werden". Z. B. in Fig. 55 geben die parallel gezogenen punktirten Linien die Richtung der Lichtstrahlen gegen neun verschieden liegende Flächen im Grundrisse an. Die Flächen a'b', c'd' und e'f' haben also eine gleiche Richtung gegen die Lichtstrahlen, und würden nach §. 223 in gleicher Helligkeit getuscht werden müssen, aber nach den Regeln der Luftperspektive muß das Licht auf der Fläche (im Aufrisse) ccdd mehr gedämpft seyn, als auf der Fläche eeff, und auf der Fläche aabb wieder mehr, als auf ccdd. Eben so haben die Flächen gghh und iikk eine gleiche Richtung gegen die Lichtstrahlen, da aber die Fläche iikk entfernter vom Auge steht, so muß das Licht darauf gedämpfter getuscht werden, als auf gghh.

### Zweite Regel.

§. 248. Wenn zwei Flächen eine gleiche Richtung gegen die Lichtstrahlen haben, aber nicht von denselben getroffen werden können, sondern im Seitenschatten liegen, folglich ihre Dunkelheit auf ganz gleiche Weise vom Reflexlicht gemildert wird, und nach den früher gegebenen Regeln in einer ganz gleichen Dunkelheit getuscht werden müßten; so wird, den Gesetzen der Luftperspektive zu Folge, die vom Auge entfernter liegende Fläche, nicht so dunkel getuscht werden dürfen, als die näher liegende, weil zwischen dem Auge und der entfernter liegenden Fläche eine größere Luftschicht sich befindet, die etwas beleuchtet wird, und deshalb die Dunkelheit der entfernter liegenden Fläche mildert. Z. B. Es wird deshalb die Fläche hhii weniger dunkel getuscht werden müssen, als die Fläche ffgg.

### Dritte Regel.

§. 249. Aus derselben Ursache darf auch der Schlagschatten auf Flächen, die eine gleiche Richtung gegen die Lichtstrahlen haben, auf der vom Auge entferntern Fläche nicht so dunkel seyn, als auf der näher liegenden. Z. B. Der Schlagschatten auf der Fläche iikk muß also weniger dunkel, als der auf der Fläche gghh seyn.

### Vierte Regel.

§. 250. Bei Flächen, welche gegen die Sehelinien eine schiefe Richtung haben, bei denen folglich eine Seite der Fläche entfernter vom Auge seyn muß, als die andere, (wie z. B. bei Fig. 54 die Fläche C'CDB, in der die Seite CC' vom Auge entfernter ist, als BD), muß die entfernter liegende Seite dunkler getuscht werden, als die näher liegende, und weil die Entfernung nur nach und nach entsteht, so muß auch die Abnahme der Helligkeit nur als allmählig abnehmend ausgedrückt werden,



wie dies an der Fläche CC'DB zu sehen ist. Deshalb muß auch die Abnahme der Helligkeit als schneller abnehmend ausgedrückt werden, wenn die Richtung der Fläche sich der parallelen Richtung der Sehelinien nähert. Z. B. in Fig. 55 bei der Fläche adde, welche schiefer gegen die Sehelinien gerichtet ist, nimmt die Helligkeit, nach der Seite dd zu, schneller ab, als es bei der Fläche bbcc Statt findet.

#### Fünfte Regel.

§. 251. Bei der Richtung der Lichtstrahlen, wie man sie gewöhnlich bei geometrischen Zeichnungen annimmt, worüber späterhin ausführlicher gesprochen werden soll, werden die Seitenschatten der Körper, immer nur auf Flächen vorkommen können, die eine schiefe Richtung gegen die Sehelinien haben. Bei diesen wird nun nach den Regeln der Luftperspektive, die dem Auge näher liegende Seite einer Seitenschattenfläche dunkler erscheinen müssen, als die von dem Auge entferntere Seite. So wird die Seite ff, Fig. 55, dunkler, als gg, und die Seite hh dunkler, als ii getuscht werden müssen.

§. 252. Hier trägt noch eine andere Ursache das Ihrige bei. Durch eine optische Täuschung wird jedesmal eine Dunkelheit an der Stelle noch dunkler erscheinen, wo sie durch eine helle Fläche begrenzt wird, und eben so umgekehrt, wird dieselbe Dunkelheit an einer andern Stelle heller erscheinen, wenn sie daselbst von einer noch dunklern Stelle begrenzt wird. Dasselbe gilt auch von Lichtflächen, die bei gleicher Helligkeit heller oder weniger helle erscheinen, je nachdem sie von dunklern oder hellern Flächen begrenzt sind. Ferner kann man auch sich diese Erscheinung so erklären, daß die entfernter liegende Seite einer im Seitenschatten sich befindenden Fläche, den reflektirten Lichtstrahlen näher ist, und folglich mehr erhellt werden muß.

#### Sechste Regel.

§. 253. Auch bei Schlagschatten, die auf schief gegen die Sehelinien gerichtete Flächen fallen, müssen nach den Gesetzen der Luftperspektive, die dem Auge näher liegenden Seiten dunkler getuscht werden, als die entfernter liegenden. Je schiefer die Fläche gegen die Sehelinien gerichtet ist, je heller muß auch die zurückliegende Seite, im Verhältnisse zu der näherliegenden getuscht werden. Z. B. Die dem Auge näher liegende Seite des Schlagschattens auf der Fläche C'CCB, Fig. 54, wird dunkler seyn müssen, als die vom Auge entfernter liegende Seite nach der Linie CC' hin.

Nach dem, was über Lichtflächen, Seitenschatten, Schlagschatten und Vertiefungen, so wie vom Einfluß der Luftperspektive auf alle diese, gesagt worden ist, so mag folgende Re-

gel gleichsam als eine Uebersicht über Alles in Bezug auf Beleuchtung Gesagte angesehen werden.

#### Siebente Regel.

§. 254. Bei Darstellung eines Gegenstandes, oder bei Zusammenstellung mehrerer Gegenstände, sie mögen geometrisch oder perspektivisch gezeichnet seyn, müssen die Lichtflächen bemerkbar heller, als die Seitenschatten, diese heller, als die Schlagschatten, und diese nicht so dunkel, als die Vertiefungen gezeichnet werden, und bei allen zugleich muß auf die Entfernung des Auges Rücksicht genommen werden, wenn der Beschauende leicht eine deutliche Vorstellung von den dargestellten Gegenständen erhalten soll.

§. 255. Ist das angegebene Verhältniß der Helligkeit und Dunkelheit bei einer Darstellung nicht getroffen, so erregt der Anblick derselben nur eine unangenehme Verwirrung, statt einer deutlichen Vorstellung, welche Beschaffenheit der Zeichnung man in der Kunstsprache mit dem treffenden Ausdrucke zu bezeichnen pflegt: „Die Zeichnung ist unruhig.“

---

### Viertes Capitel.

Ueber Richtung der Lichtstrahlen gegen die senkrechte Tafel oder Bildfläche.

---

§. 256. Es bedarf keines Beweises, daß die Lichtstrahlen der Sonne jede mögliche Richtung haben können, welche der Radius in einer halben Kugel annehmen kann, und folglich, daß jede willkürlich angenommene Richtung der Lichtstrahlen gegen die Zeichentafel naturgemäß ist. Deswegen soll hier nur untersucht, und bestimmt werden, welche Richtung der Lichtstrahlen die zweckmäßigste für geometrische Zeichnungen ist. Wir wollen zuerst zwei entgegengesetzte Richtungen der Lichtstrahlen annehmen; die erste, wo die Sonne hinter der Bildfläche und dem darzustellenden Körper steht, so daß ihre Lichtstrahlen eine parallele Richtung mit den Sehelinien haben; die andre, wo die Sonne vor dem Körper steht, und ihre Lichtstrahlen auch eine parallele Richtung mit den Sehelinien haben. Im ersten Falle würde also der Körper zwischen der Sonne und dem Auge, im zweiten aber das Auge zwischen dem Körper



und der Sonne in einer geraden Linie liegen. Wenn die Sonne hinter dem Körper steht, so würde derselbe dem Auge ganz im Schatten erscheinen müssen, weil die beleuchtete Seite des Körpers vom Auge abgewendet ist, weshalb der Körper nur durch das schwache Reflexlicht einige Deutlichkeit erhalten könnte. Wenn aber die Sonne vor dem Körper steht, so würde die dem Auge zugewendete Seite des Körpers ganz hell seyn, und daran weder Seitenschatten, noch Schlagschatten gesehen werden können, folglich würde eine Zeichnung bei diesen beiden Richtungen der Lichtstrahlen nicht viel besser, als ein bloßer Umriß, die Oberfläche des Körpers ausdrücken. Es dürfte also weder die eine, noch die andre angegebene Richtung der Lichtstrahlen zu geometrischen Zeichnungen gewählt werden, da bei beiden die Deutlichkeit der Darstellung leidet, auf die es bei geometrischen Zeichnungen vorzüglich ankömmt. Wollte man statt dieser Richtungen, die zwischen beiden liegende annehmen, gleichviel ob die Lichtstrahlen von der Rechten zur Linken, oder von der Linken zur Rechten, parallel mit der senkrechten Tafel oder Bildfläche gehen; so würden die mit der Bildfläche parallel liegenden Seiten des Körpers im Schatten liegen müssen, weil die Lichtstrahlen diese Seite nur berühren, aber nicht erhellen können. Bei der, mit der senkrechten Tafel parallelen Richtung der Lichtstrahlen würde demnach fast der nämliche Nachtheil für die Deutlichkeit einer geometrischen Darstellung entstehen, der bei dem früher erwähnten Stande der Sonne hinter dem Körper Statt findet.

§. 257. Es bleiben nun blos diejenigen Richtungen der Lichtstrahlen noch zur Bestimmung übrig, welche weder parallel mit der Bildfläche gehen, noch eine rechtwinklige Richtung gegen dieselbe haben, sondern mit der Basis einen halben rechten Winkel machen, oder doch nicht viel von dieser Richtung abweichen. Bei dieser Richtung der Lichtstrahlen werden z. B. bei runden Körpern die hellsten Flächen, die Uebergänge zum Seitenschatten, die Seitenschatten und die Schlagschatten sichtbar, und durch den Vergleich dieser hellen und dunklen Flächen die beabsichtigte deutliche Vorstellung eines Gegenstandes erst hervorgebracht, welche man durch Anwendung von Licht und Schatten zu erreichen im Stande ist. Da nun bei dieser Richtung keiner der erwähnten Nachtheile der andern Richtungen Statt findet, so wird vorzugsweise die Richtung des halben rechten Winkels gegen die Basis zu geometrischen Zeichnungen angewendet.

§. 258. Bisher war angenommen worden, daß die Sonnenstrahlen in horizontaler Richtung den zu beleuchtenden Körper trafen, und folglich die Sonne sich zu dieser Zeit am Horizonte befinden würde. Wenn dies der Fall ist, so würde an ei-

Fig. 56.

nem Körper, der, wie Fig. 56, eine Ausladung \*) ca hätte, keine Schlagschatten davon auf ab fallen können, weil alsdann die Lichtstrahlen parallel mit der Ausladung ca gehen, wie man aus den horizontal punktirten Linien sehen kann, welche nämlich die Richtung der Lichtstrahlen bei den hier angenommenen Stande der Sonne anzeigen. Bei der Lage, die Fig. 56 gegen die senkrechte Tafel hat, ist zwar schon durch den Umriß dieses Körpers seine Ausladung deutlich genug zu sehen; allein wenn man sich denselben rechtwinklig herumgedreht denkt, so kann seine Ausladung nur durch die Größe des Schlagschattens bemerkbar gemacht werden, und wenn dieser nicht Statt findet, so muß auch die Darstellung dieses Körpers an Deutlichkeit verlieren. Eben so wenig dürfte man die Sonne senkrecht über dem Gegenstande stehend, annehmen, so wie dieselbe zwischen den Wendekreisen die Körper zur Mittagszeit beleuchtet, weil alsdann alle mit der senkrechten Tafel parallele Flächen im Seitenschatten sich befinden, und keinen Schlagschatten auf die Seite des Körpers werfen würden, wie man dies aus der senkrecht punktirten Linie in Fig. 56 sehen kann, welche die hier angenommene Richtung der Lichtstrahlen anzeigt. Die Sonne mag also am Horizonte, oder senkrecht über uns stehen, so wird eine eben so mangelhafte Beleuchtung dadurch entstehen, als die ist, wenn die Lichtstrahlen eine rechtwinklige Richtung gegen die senkrechte Tafel haben. Man nimmt deshalb auch die Höhe der Sonne über der horizontalen Tafel, unter einem halben rechten Winkel an, so daß also der Lichtstrahl von vorn nach hinten, gleichviel von rechts nach links, oder von links nach rechts, und zugleich von oben nach unten, in der Richtung der Diagonale eines Würfels die Körper erleuchtet, so wie die diagonale punktirten Linien in Fig. 56 es anzeigen.

Fig. 57.

§. 259. Um sich eine deutlichere Vorstellung von einer solchen Richtung des Lichtstrahles machen zu können, betrachte man den in Cavallierperspektive gezeichneten Würfel (s. S. 111), wobei man sich einbilden muß, daß die Linien ad, he, gb und cf rechte Winkel mit den Quadraten ahgc und defb bilden, und der ganze Körper ganz durchsichtig wäre. Stellt man sich vor, daß die Linie fb die Basis, ferner daß das Quadrat defb die geometrische Zeichnung des Würfels acghdefb im Aufrisse, und das Quadrat fegb die geometrische Zeichnung desselben im

\*) „Ausladung“ bedeutet den Vorsprung oder die Weite, um welche ein Glied an einem Gesimse, Gebälke oder an einem andern Körper weiter heraus steht, als das nächstvorhergehende oder nachfolgende. Die Landschaftzeichner bezeichnen mit dem Worte „Ausladung“ die Blättergruppen, welche an den Enden der Zweige, so wie die Zweige, welche an dem Umfange des Baumes am weitesten vorstehen.



Grundrisse sey; so wird die Linie ab die wahre Richtung des Lichtstrahles gegen die senkrechte und horizontale Tafel darstellen, weil diese Linie die Diagonale des Würfels ist, wie sie früher beschrieben wurde. Die Projektion dieses Lichtstrahls im Grundrisse wird die Linie cb, und im Aufrisse die Linie ab seyn. Die Ebene acbe, in welcher der Lichtstrahl liegt, ist zwar kein Quadrat, sondern ein Oblongum, weshalb auch der Lichtstrahl ab mit seinen Umfangslinien keine Winkel von 45 Grad machen kann, aber seine Projektionen im Grund- und Aufrisse, nämlich die Linien cb und ab sind Diagonalen von Quadraten, und werden deshalb mit der Basis fb halbe rechte Winkel bilden.

§. 260. Wenn der Punkt a als undurchsichtig angenommen wird, so leidet es keinen Zweifel, daß er seinen Schatten auf die Grenze der Ebene bedf in den Punkt b werfen würde, weil der Lichtstrahl ab durch den undurchsichtigen Punkt a gehindert würde, den Punkt b zu erleuchten. Sieht man nun das Quadrat bedf als die Bildfläche an, so wird der Punkt d die Projektion des Punktes a im Aufrisse, und der Punkt c die Projektion des Punktes a im Grundrisse seyn. Ferner wird in der Ebene caeb, welche senkrecht auf cb steht, nothwendig der Lichtstrahl ab liegen müssen, welche Ebene man deshalb auch die Lichtebene nennt, und man wird nicht daran zweifeln können, daß der Punkt b, in welchem die Projektion des Lichtstrahles im Aufrisse (nämlich die Linie ab), die Lichtebene oder ihre Projektion im Grundrisse, (nämlich die Linie cb) schneidet, den Schatten des Punktes a auf der Bildfläche bestimmen müsse.

§. 261. Denkt man sich die, in einer horizontalen Ebene liegende Linie bc in der Richtung nach c, und eben so die Linie ba, in der Richtung nach a, unendlich weit verlängert, so würde a endlich die Sonne erreichen, und wenn von da eine Parallele mit ac gezogen würde, bis diese die unendlich verlängerte Linie bc schneite, so würde dieses große Dreieck dem Dreiecke abc ähnlich seyn. Die Linie bd nach d unendlich weit verlängert, würde aber nie die Sonne erreichen, und immer nur die Projektion des Lichtstrahles ab bleiben.

§. 262. Es ist sehr nothwendig, sich von der wirklichen Lage des Lichtstrahls und dessen Projektion eine ganz deutliche Vorstellung zu machen, um die Richtigkeit der, in den folgenden Aufgaben angegebenen Konstruktionen des Schlagschattens einsehen zu können.

§. 263. Zur Erreichung dieses Zweckes ist es rathsam, diesen in Cavalierperspektive gezeichneten Würfel mit dem in Fig. 58 geometrisch gezeichneten zu vergleichen. Bei Fig. 58 ist ebenfalls im Grund- und Aufrisse die Richtung der Lichtstrahlen zur Basis, einem halben rechten Winkel gleich, angenommen

Fig. 58.

worden. Aus §. 179 wird man sich erinnern, daß dieser Würfel sowohl im Grundrisse als auch im Aufrisse als ein Quadrat erscheint; folglich muß auch jede Seite desselben zwei Kanten des Würfels bedeuten, nämlich die vor- und die zurückliegende im Aufrisse, und die oben und die unten liegende im Grundrisse (weshalb in Fig. 58 bei jedem Eckpunkte zwei Buchstaben gesetzt worden sind.) Soll nun auch bei Fig. 58 bestimmt werden, wo der Schatten von dem willkürlich angenommenen, undurchsichtigen Punkte *a* in dem Aufrisse hintreffen würde; so muß durch den nämlichen Punkt *a* im Grundrisse (den man sich so viel über die horizontale Tafel erhoben denken muß, als dieser Punkt *a* im Aufrisse von der Basis entfernt ist) die Linie *ab* in der angenommenen Richtung der Lichtstrahlen bis zur Basis *b* gezogen werden. Auf diese Linie *ab* denke man sich eine senkrechte Ebene (die Lichtebene) errichtet, diese würde die senkrechte Tafel in der Linie *b* treffen und der Schatten des Punktes *a* nothwendig in dieser Ebene liegen müssen, wie dies durch den Vergleich mit der vorigen Figur deutlich hervorgeht. Wenn nun durch den Punkt *a* im Aufrisse die Projektion des Lichtstrahls *ab* gezogen wird, so muß der Punkt *b*, in welchem die Lichtebene durch diese Projektion des Lichtstrahls geschnitten wird, der Schatten des Punktes *a* im Aufrisse seyn. Durch Betrachtung und den Vergleich der Fig. 57 mit Fig. 58 wird Jeder leicht die Uebereinstimmung beider Figuren sehen, und sich nun das, was über die folgenden Aufgaben gesagt werden wird, leichter erklären können.

§. 264. In den mehresten Fällen ist nun zwar zu geometrischen Zeichnungen die Richtung der Lichtstrahlen gegen die Basis unter einem halben rechten Winkel diejenige, durch welche sich der dargestellte Gegenstand am deutlichsten und vortheilhaftesten darstellen läßt; und man wählt denselben hauptsächlich auch deswegen, „weil bei dieser Richtung die Breite des Schlagschattens der Größe des Vorsprungs gleich wird, wodurch man folglich sogleich aus der Breite des erstern die Größe des andern erkennt;“ indeß giebt es doch Fälle, wo der Zeichner einen kleinern oder größern Schlagschatten dem dargestellten Gegenstande zu geben wünscht, um dadurch mehr Deutlichkeit, oder eine bessere Wirkung hervorbringen zu können, die er bei der gewöhnlichen Richtung der Lichtstrahlen von der Größe eines halben rechten Winkels nicht würde bewirken können. Die folgenden zwei Figuren sollen dies deutlicher machen.

Fig. 59A.

§. 265. Es sey *mnop* die senkrechte Tafel oder die Bildfläche, *op* die Basis, die Linie *a b*, eine auf der horizontalen Tafel senkrechte Ebene, welche so hoch ist, als die Linie *ab* im Aufrisse lang ist, man soll den Schatten bestimmen, wel-



chen diese Ebene auf die senkrechte Tafel wirft, je nachdem der Winkel, welchen die Lichtstrahlen gegen die Basis machen, größer oder kleiner ist als 45 Grad.

Wenn man die Richtung des Lichtstrahls gegen die Basis im Grundrisse gleich 45 Grad annimmt, so wird die Lichtebe-  
ne, welche man sich durch den Punkt  $a'$  auf die Projektion des Licht-  
strahles im Grundrisse senkrecht errichtet denken muß, die Ba-  
sis im Punkte  $c$ , und die senkrechte Tafel in der senkrechten Li-  
nie  $cs$  treffen; folglich wird auch der Schlagschatten des Punk-  
tes  $a$  in dieser Ebene sich befinden. Zieht man nun im Aufrisse  
durch den Punkt  $a$  die Projektion des Lichtstrahls in der Rich-  
tung von 45 Grad, so wird dieselbe die Lichtebe-  
ne im Punkte  $s$  schneiden, und folglich der Punkt  $s$  der Schlagschatten des  
Punktes  $a$  seyn.

§. 266. Der Punkt  $a'$  im Grundrisse ist aber auch die Pro-  
jektion der ganzen Linie  $ab$  im Aufrisse, folglich auch aller Punkte,  
welche man in dieser Linie  $ab$  annehmen kann; deshalb werden  
auch die Schlagschatten der Punkte  $d, e$  sich in dieser Lichtebe-  
ne befinden, und in die Linie  $sc$  fallen müssen, so daß  $f$  der Schlag-  
schatten von  $d$ , und  $c$  der vom Punkte  $e$  ist. Die Linie  $sc$  ist  
der Schlagschatten von einem Theile der Linie  $ab$ , nämlich von  
 $a$  bis  $e$ , denn  $eb$  wird keinen Schlagschatten mehr auf die  
senkrechte Tafel werfen können.

§. 267. Der Punkt  $a$  im Aufrisse ist aber auch die Pro-  
jektion der Linie  $a'b$  im Grundrisse, folglich auch aller Punkte  
die in der Linie  $a'b$  angenommen werden können. Die Projek-  
tion des Lichtstrahls durch den Punkt  $a$  muß deshalb auch die  
Projektion des Lichtstrahls jedes möglichen Punktes der ganzen  
Linie  $a'b$  seyn, und deshalb der Schlagschatten des Punktes  $l'$   
in die Linie  $as$  fallen. Denkt man sich nun, um den Schattenpunkt  
von  $l'$  in der Linie  $as$  aufzufinden, durch den Punkt  $l'$  eine Licht-  
ebene, die mit  $ac$  parallel geht, so wird diese die Linie  $as$  in  
dem Punkte  $g$  schneiden, und  $g$  der gesuchte Schattenpunkt von  
 $l'$  seyn müssen. Der Raum  $basc$  würde demnach der Schlag-  
schatten der auf  $a'b$  senkrecht stehenden Ebene seyn und seine  
Breite  $bc$  gleich  $a'b$  seyn, oder was gleichviel ist, „seine  
Breite ist gleich dem Vorsprunge der Ebene  $a'b$   
vor der senkrechten Tafel“.

§. 268. Gesezt, man wünschte zur Verschönerung einer  
Zeichnung, daß die Schlagschatten breiter würden, jedoch die  
Richtung der Projektion des Lichtstrahls sollte im Aufrisse un-  
verändert bleiben, so müßte man den Winkel, welchen die  
Lichtebe-  
ne im Grundrisse mit der Basis macht, kleiner anneh-  
men, so daß die Lichtebe-  
ne die Basis in dem beliebigen  
Punkte  $c'$  und die senkrechte Tafel in der senkrechten Linie  $c'h$   
treffen würde. Weil aber die Richtung der Projektion des

Lichtstrahls im Aufrisse unverändert geblieben ist, so würde diese die Lichtebeue oder die Linie  $c'h$  erst in dem Punkte  $h$  erreichen, und es würde dieser Punkt  $h$  der Schatten des Punktes  $a$  seyn. ah wäre deshalb der Schatten der Linie  $a'b$ , und  $hc'$  der von  $ad$ , der übrige Theil der senkrechten Ebene  $ab$  von  $a$  bis  $b$  würde keinen Schatten auf die senkrechte Tafel werfen können, und der Raum zwischen den Linien  $ba$ ,  $ah$ ,  $hc'$  und  $c'b$  würde die Größe und Form des Schlagschattens auf der senkrechten Tafel von der auf  $ab'$  senkrecht stehenden Ebene seyn.

§. 269. Gesezt, man wünschte zu einer Zeichnung den Schlagschatten von der senkrechten Ebene auf der senkrechten Tafel nur so breit als  $b$  bis  $c''$  auf der Basis angiebt, jedoch die Projektion des Lichtstrahls im Aufrisse sollte gleich  $as$  bleiben, so müßte man sich eine Lichtebeue auf  $a'c''$  errichtet denken, welche die senkrechte Tafel in der Linie  $c''g$  treffen und die Projektion des Lichtstrahls  $as$  in  $g$  schneiden würde. Bei dieser angenommenen Richtung der Lichtebeue, würde nun der Schatten des Punktes  $a$  in  $g$  fallen, und der durch die Linien  $ba$ ,  $ag$ ,  $gc''$  und  $c''b$  eingeschlossene Raum der Schlagschatten der auf  $a'b$  senkrecht stehenden Ebene seyn.

Fig. 59B.

§. 270. Wenn aber die Richtung der Lichtebeue im Grundrisse unverändert bleibt, aber die Projektion des Lichtstrahls im Aufrisse geändert werden soll, so wird der Schatten des Punktes  $a$  immer in die Linie  $cd$  fallen müssen, in welcher die Lichtebeue die senkrechte Tafel trifft, und, je nachdem die Projektion des Lichtstrahls im Aufrisse eine mehr oder weniger schräge Richtung gegen die Basis hat, bald in  $d$ , bald in  $e$  bald in  $f$  fallen müssen.

§. 271. Aus dem, was bei Fig. 59 A und Fig. 59 B gezeigt worden ist, sieht Jeder leicht ein, daß die Verfahrensart, den Ort zu bestimmen, wohin der Schatten eines gegebenen Punktes auf die Bildfläche fallen muß, ganz die nämliche ist, die Richtung der Projektion des Lichtstrahls gegen die Basis mag nun im Grund: oder im Aufrisse, oder in beiden zugleich mehr oder weniger betragen, oder gleich seyn 45 Grad. Jedoch darf die Abweichung von 45 Grad nicht zuviel betragen, weil sonst die früher angegebenen Nachtheile daraus entstehen würden.

§. 272. Bei perspektivischen Zeichnungen findet die eben gesagte Bedingung wegen der Richtung der Lichtstrahlen gar nicht Statt. Zu diesen kann der Künstler jede Richtung des Lichtes wählen, je nachdem es jedesmal die darzustellenden Gegenstände erfordern, und er kann unter jeder Richtung des Lichtes eben so natürliche als schöne Beleuchtungen hervorbringen.

§. 273. Vielleicht wird es Manchen befremden, daß bei der Bestimmung der Schlagschatten angegeben worden ist, wo-



hin der Schatten dieses oder jenes Punktes fallen müsse, da doch der Punkt, so wie man denselben in der Geometrie definiert, weder Länge, noch Breite, noch Dicke hat, und folglich auch keinen Schatten werfen kann. Wem diese Art sich auszudrücken anstößig ist, und wer keinen Schatten eines geometrischen Punktes anerkennen will, der denke sich, daß es auf folgende Weise gemeint sey. Man muß zur Bestimmung der Größe und Form der Schlagschatten in der Schattenwerfenden Grenze des Körpers sich beliebige Punkte bestimmen, deren senkrechte Abstände von der Basis im Grund- und Aufrisse man kennt, alsdann müssen auf der Fläche, auf welche der Schatten geworfen wird, die Orte bestimmt werden, in welchen die Lichtstrahlen, wenn sie gerade durch diese Punkte gingen, dieselbe treffen würden. Diese Orte müssen folglich die Grenze der Schlagschatten bezeichnen, und wenn man sie durch gerade, gebrochne und krumme Linien verbindet, müssen sie die Form und Grenze des Schlagschattens geben.

§. 274. Die Fläche, auf welche der Schatten geworfen wird, mag übrigens eben, mit der Bildfläche parallel, oder gegen dieselbe geneigt seyn, mag eine krumme, concave oder convexe Form haben, immer ist man im Stande den Schatten jedes Punktes anzugeben, wenn der senkrechte Abstand desselben im Grund- und Aufrisse von der Basis bekannt ist. Wie dieses nun in den mannigfaltigen Fällen, Lagen, Formen und Zusammenstellungen der Körper, bei verschiedenen Richtungen der Lichtstrahlen, wirklich bewerkstelligt wird, soll in den folgenden Aufgaben über die Konstruktion des Schlagschattens gezeigt werden. Hier war es genug, zuvörderst nur darzuthun, wie und auf welche Art man den Schatten eines jeden einzelnen Punktes im Raume angeben kann, da sich die verwickeltesten und schwierigsten Konstruktionen bei der Auffuchung der Schlagschatten immer darauf zurückführen lassen „die Schatten der, sich im Umfange der Körper befindenden Punkte zu finden“.

§. 275. So wie die Basis oder diejenige Linie, welche Grund- und Aufriss von einander trennt, bei der Lehre der Projektionen von Wichtigkeit war, so ist es diese Linie auch bei der Konstruktion der Schlagschatten nicht minder, wo man sich jedesmal den Grundriss gleichsam wie um ein Scharnier, das sich in der Basis befindet, beweglich denken muß, dergestalt, daß derselbe mit dem Aufrisse immer einen rechten Winkel bildet, also beide sich nicht in einer Ebene befinden, sondern in zwei, einander senkrecht schneidenden Ebenen liegen.

Dieser Erklärung muß der Anfänger bei Auflösung der folgenden Aufgaben stets eingedenk seyn, um klare Begriffe von der Konstruktion der Schlagschatten zu bekommen.

## Fünftes Capitel.

## Erste Aufgabe.

Fig. 60.

§. 276. Wenn der Schlagschatten, welchen die Platte auf das Parallelepipedon und beide auf die Fläche \*) werfen, die man sich hinter der Platte und dem Parallelepipedon und an beide anliegend denken muß, so wie die Abschattirung beider Körper bestimmt werden soll, so muß man 1) den Grundriß beider Körper gezeichnet haben, 2) die Richtung des Lichtstrahls im Grund; und Aufrisse angegeben haben, 3) die Seiten des Körpers auffuchen, welche den Schlagschatten werfen, und in diesen Seiten Punkte im Grund; und Aufrisse bestimmen, welche in beiden die nämlichen Stellen des zu zeichnenden Körpers anzeigen, alsdann muß man die Schatten dieser Punkte auffuchen, und durch ihre Verbindung durch Linien die Form des ganzen Schlagschattens bestimmen. 4) Muß man nach dem Winkel, unter welchem das Licht auf die verschiedenen Flächen fällt, den Grad ihrer Helligkeit oder Dunkelheit bestimmen. Diese Verfahrensart gilt eben sowohl für die Auflösung dieser, als aller folgenden Aufgaben, weshalb es nicht nöthig seyn wird, bei den übrigen dasselbe zu wiederholen.

1) Das Viereck mgeo ist der Grundriß des Parallelepipedon und pad'n der Grundriß der Platte, welche auf ersterem horizontal liegt.

2) Sae ist die Richtung des Lichtstrahls im Grundrisse und Sae die im Aufrisse. Die durch die andern Punkte gehenden Lichtstrahlen sind mit diesen parallel. Siehe §. 218 und 219.

3) Die schattenwerfenden Kanten dieser beiden zusammengesetzten Körper müssen diejenigen Seiten seyn, bei denen die Lichtstrahlen vorbeistreichen, und durch sie gehindert werden, das Parallelepipedon und die Wand zu erleuchten. Diese schattenwerfenden Kanten sind, I. im Grundrisse die Linie ap, welche im Aufrisse als der Punkt a erscheint. II. Die Linie ad im Aufrisse, welche auch im Grundrisse durch ad' bezeichnet ist; ad im Grundrisse ist zwar auch die Projektion der obern Kante dq der Platte aqdd, aber diese obere Kante kann keinen Schatten werfen. III. Die Linie dd, die im Grundrisse als der Punkt d' erscheint. IV. Die Linie nd' im Grundrisse, die im Aufrisse als der obere Punkt d erscheint. V. Die Linie mg im Aufrisse, die im Grundrisse als der Punkt g erscheint.

§. 277. Wir wollen nun von jeder dieser Linien den Schatten, den sie werfen, bestimmen. I. Da die Projektionen

\*) Diese Fläche soll bei dieser und den folgenden Aufgaben mit dem Namen „Wand“ bezeichnet werden.



aller Lichtstrahlen, die man durch jeden beliebigen Punkt der Linie  $ap$  ziehen könnte, immer nur im Aufrisse als die Linie  $ae$  erscheinen würden, weil der Punkt  $a$  die Projektion der ganzen Linie  $ap$  ist; so wird die Grenze des Schlagschattens, den die Linie  $ap$  auf die Wand wirft, die Linie  $ae$  im Aufrisse seyn müssen. II. Denkt man sich eine Lichtebene im Grundrisse durch den Punkt  $a$  auf  $ae$  senkrecht gestellt, so würde diese Lichtebene das Parallelepipeton in der senkrechten Linie  $oe$  treffen; da nun der Punkt  $a$  im Grundrisse, derselbe Punkt im Aufrisse ist, welcher daselbst durch  $a$  bezeichnet ist; so muß die durch  $a$  im Aufrisse gezogene Projektion des Lichtstrahls in dem Durchschnittspunkte mit der Linie  $oe$ , nämlich im Punkte  $e$ , den Schattenpunkt von  $a$  bestimmen.

Man muß sich hiebei an das erinnern, was bei Erklärung der Figuren 57, 58 und 59 über Lichtebenen, über Projektionen des Lichtstrahls im Aufrisse, und über Bestimmung des Schattens von einem Punkte gesagt worden ist, oder man denke sich den Grundriß, wie um ein Scharnier in der Basis rechtswinklig herum gedreht, und den Punkt  $a$  im Aufrisse so weit vorspringend, als  $a$  im Grundrisse von der Basis absteht, so daß  $a$  im Aufrisse senkrecht über  $a$  im Grundrisse zu stehen kommt, oder man denke sich den Aufriß als einen wirklichen Körper auf dem Grundrisse stehend, oder man stelle sich wirklich einen so zusammengesetzten Körper vor das Auge; so wird ein Jeder deutlich einsehen lernen, daß der wirkliche Lichtstrahl (siehe §. 259) den Schatten des Punktes  $a$  in den Punkt  $e$  werfen, und seine Projektion die Lichtebene, welche das Parallelepipeton in der Linie  $oe$  trifft, im Punkte  $e$  schneiden wird.

§. 278. Auf gleiche Weise findet man den Schattenpunkt eines andern, in der Linie  $ad'$  im Grundrisse beliebig angenommenen Punktes  $b$ . Man errichte nämlich auf  $b$  im Grundrisse eine Perpendikularlinie, und bemerke im Aufrisse in der Linie  $ad$  den Punkt  $b$ , ziehe alsdann durch den Punkt  $b$  im Grundrisse die mit dem Lichtstrahle  $sae$  parallele Linie  $bf$ , errichte auf  $f$  die senkrechte Linie  $ff$  vom Grundrisse in den Aufriß, so ist  $ff$  bis zur Basis die Linie, in der die auf  $bf$  senkrecht gestellte Lichtebene das Parallelepipeton trifft. Zieht man alsdann durch  $b$  im Aufrisse die, mit der Projektion des Lichtstrahles  $sae$  parallele Linie  $bf$ , so wird der erhaltene Durchschnittspunkt  $f$  der gesuchte Schatten des Punktes  $b$  seyn.

§. 279. Wendet man dieselbe Verfahrensart nicht blos bei den Punkten  $a$  und  $b$ , sondern auch bei jedem andern, in der Linie  $ad$  beliebig angenommenen Punkte, z. B. den Punkten  $c$  und  $d$  an, so wird man ihre Schattenpunkte richtig bestimmen können. Vereinigt man darauf diese Schattenpunkte durch eine Linie, so wird die Linie  $efg$  die Grenze des Schlagschattens

der Linie  $ad$  von  $a$  bis  $c$  seyn, (denn der Schlagschatten von  $c$  bis  $d$  fällt auf die Wand), und diese wird nicht nur eine gerade, sondern auch eine mit  $ad$  parallele Linie seyn. Dies wird aber jedesmal der Fall seyn, wenn von einer geraden Kante ein Schlagschatten auf eine mit dieser parallelen Fläche geworfen wird, so wird die Grenze dieses Schlagschattens stets eine gerade und mit der schattenwerfenden Kante parallele Linie seyn. Man braucht also nur von einem Punkte den Schatten zu bestimmen, und durch diesen mit der schattenwerfenden Kante eine Parallele zu ziehen, so hat man den Schlagschatten der ganzen schattenwerfenden Kante bestimmt.

§. 280. III. Die obere schattenwerfende Kante der Platte, die im Grundrisse als die Linie  $d'n$ , im Aufrisse aber nur als der obere Punkt  $d$  erscheint, wirft ihren Schlagschatten auf die Wand in der Linie  $di$ . Der Punkt  $i$  muß der Schatten des obern Punktes  $d$  seyn, weil die Projektion des, durch den obern Punkt  $d$  gezogenen Lichtstrahls die Lichtebeue, welche senkrecht auf die Linie  $d'i''$  gestellt ist, und die Wand in der senkrechten Linie  $ii'i''$  trifft, in dem Punkte  $i$  schneidet. Es wird aber auch die Projektion eines jeden Lichtstrahls im Aufrisse, den man sich durch irgend einen Punkt der Linie  $nd'$  denken kann, in die Linie  $di$  fallen müssen, weil der obere Punkt  $d$  im Aufrisse die Projektion der Linie  $nd'$  im Grundrisse ist; folglich wird die Linie  $di$  der Schlagschatten der oberen Kante der Platte seyn.

§. 281. IV. Um den Schlagschatten der Kante  $dd$  zu bestimmen, braucht man nur den Schatten des unteren Punktes  $d$  zu suchen, denn der, vom obern Punkte  $d$  ist schon bestimmt. Weil aber der Punkt  $d'$  im Grundrisse die Projektion nicht nur des obern, sondern auch des untern Punktes  $d$  ist, so muß auch sein Schatten in die Linie  $ii'i''$  fallen, in welcher die auf  $d'i''$  senkrecht gestellte Lichtebeue die Wand trifft, deshalb muß der Punkt  $i'$  der Schatten des untern Punktes  $d$  seyn, weil in dem Punkte  $i'$  die, durch den untern Punkt  $d$  gezogene Projektion des Lichtstrahls die Linie  $ii'i''$  schneidet. Demnach ist die Linie  $ii'$  die Grenze des Schlagschattens der Kante  $dd$ .

§. 282. V. Um den Schlagschatten zu bestimmen, welchen die Kante  $mg$  auf die Wand wirft, muß man sich eine auf  $h'g$  im Grundrisse errichtete Lichtebeue denken, welche die Wand in der Linie  $h'h$  trifft. Wenn nun die Projektion des Lichtstrahls durch die Punkte  $c$  und  $g$  bis zur Linie  $hh'$  verlängert wird, so schneidet dieselbe die Lichtebeue im Punkte  $h$ , und  $h$  ist deshalb der Schatten der Punkte  $g$  und  $c$ , weil beide in einer Lichtlinie liegen. Nun ist aber der Punkt  $g$  im Grundrisse die Projektion der ganzen Linie  $mg$  im Aufrisse, folglich müssen die Schatten aller beliebigen Punkte der Linie  $mg$  in die Linie  $h'h$



fallen, und deshalb muß die Linie  $h'h$  die Grenze des Schattens der Kante  $mg$  seyn. Diese Schattengrenze  $h'h$  wird nach §. 279 nicht nur eine gerade Linie wie  $mg$ , sondern auch mit dieser parallel seyn, weil die schattenwerfende Kante  $mg$  mit der Wand, auf die der Schatten geworfen wird, parallel ist. Hierdurch wäre die Konstruktion des Schlagschattens aller schattenwerfenden Kanten dieser beiden Körper bestimmt.

§. 283. Was die Abschattung beider Körper anbelangt, so ist der Winkel, unter welchem die Lichtstrahlen auf die Fläche der Platte und des Parallelepipedon fallen, im Grund- und Aufrisse gleich einem halben rechten Winkel; folglich dürfen beide Flächen nicht ganz hell getuscht werden, weil nur diejenigen Flächen die hellsten sind, auf welche die Lichtstrahlen in einem rechten Winkel fallen. Die dem Auge näher liegende Fläche der Platte wird indeß nach §. 247 etwas heller gehalten, ob sie gleich unter dem nämlichen Winkel beleuchtet wird, als die zurückliegende Fläche des Parallelepipedon. Der Schlagschatten muß aber auf dem Parallelepipedon dunkler seyn, als der auf der Wand, weil diese vom Auge entfernter ist. (§. 249. \*)

### Zweite Aufgabe.

§. 284. Nachdem der Grundriß bei beiden Figuren, sowohl der obern Platten, als auch der untern Körper gezeichnet, und die Richtung der Lichtstrahlen im Grund- und Aufrisse bestimmt worden ist, müssen die schattenwerfenden Kanten in beiden Figuren aufgesucht, und in denselben beliebige Punkte im Grund- und Aufrisse bestimmt werden, deren Schatten man alsdann auf die bei voriger Figur angegebene Weise aufsucht, und durch Vereinigung aller dieser gefundenen Schattenpunkte die Grenze des Schlagschattens bestimmt.

§. 285. In Figur 61 sind 1) die Seite  $a'k$  im Grundrisse, welche im Aufrisse als der Punkt  $a$  erscheint, 2) die Linie  $ad'$ , 3) die Linie  $ad'$ , 4) die Linie  $d'l$  im Grundrisse, welche im Aufrisse als der Punkt  $d$  erscheint, 5) die Linie  $go$  zusammen die schattenwerfenden Kanten. Die Grenzen des von diesen Kanten geworfenen Schlagschattens sind 1) von  $a'k$  die

Fig. 61  
und 62.

\*) Der Umriss dieser Figur, so wie der, zu den Figuren der folgenden Aufgaben, ist im Grund- und Aufrisse mit den bezeichnenden Buchstaben und Konstruktionslinien, von den abschattirten Figuren jedesmal getrennt gezeichnet worden, weil auf den, im Seitenschatten und Schlagschatten liegenden Flächen abschattirter Figuren, die Buchstaben und Konstruktionslinien oft sehr schwer zu erkennen sind, und durch dieselben oft an manchen Stellen, die doch als ganz hell erscheinen sollen, eine Dunkelheit hervorgebracht wird, die zuweilen eine ganz falsche Wirkung in der Beleuchtung verursacht.

Linie  $ae$ , 2) von  $ad'$  wird der Schlagschatten auf drei verschiedene Flächen geworfen, weshalb drei verschiedene Theile dieser Linie den Schatten werfen, nämlich von  $ab$  ist  $ef$ , von  $bc$  ist  $fg$ , von  $cd'$  ist  $hi'$  auf der Wand, 3) von  $d'd$  ist  $ii'$ , 4) von  $d'l$ , (nämlich die obere Kante der Platte) die Linie  $di$ , und 5) von  $go$  ist die Linie  $hh$  die Grenze des Schlagschattens. Der untere Theil der Linie, von  $o$  bis zur Basis, kann keinen Schatten mehr auf die Wand werfen.

§. 286. Bei Fig. 62 sind die Schattenwerfenden Kanten 1) die untere Kante  $a'n$  der halben achteckigen Platte, die im Aufrisse als der Punkt  $a$  erscheint, 2) die zwei untern Kanten  $ac$  und  $ce'$ , 3) die senkrechte Kante  $ee'$ , die im Grundrisse als der Punkt  $e''$  erscheint; 4) weil an der Kante  $ee'$  die Lichtstrahlen vorbeistreichen, so kann nur die obere Kante  $ef$  Schatten werfen, denn die untere Kante der Seitenfläche  $e'f$  liegt selbst im Seitenschatten; 5) die obere Kante von  $f'o$ , die so wie die Kante  $a'n$  nur im Grundrisse sichtbar ist, und im Aufrisse als der Punkt  $f$  erscheint, und 6) die Linie  $kq$ .

Die Grenzen der, von den eben genannten Kanten geworfenen Schlagschatten sind 1) von  $a'n$  die Linie  $ag$ . 2) Da der Punkt  $b$  seinen Schatten in den Punkt  $h$  wirft, so wird der Theil  $ab$  der untern Kante  $ac$  seinen Schatten auf die, mit den Sehe-  
linien parallele Seite  $h'g'$  des Parallelepipidon in schräger Richtung von  $g$  nach  $h$  werfen, welches Stück des Schlagschattens aber nicht gesehen werden kann. Die Grenze des Schlagschattens von dem andern Theile  $bc$  dieser Kante  $ac$  ist die Linie  $hi$ , von  $cd$  ist es  $ik$ , von  $de'$  ist es  $pl'$  auf der Wand, 3) von der senkrechten Kante  $ee'$  ist  $ll'$ , 4) von der obern Kante  $ef$  ist  $lm$ , 5) von  $f'o$  (im Aufrisse der Punkt  $f$ ) ist  $mf$ , und 6) von  $kq$  ist  $pp'$  die Grenze des Schlagschattens. Der Theil der Linie von  $q$  bis zur Basis kann keinen Schlagschatten mehr auf die Wand werfen.

Auch bei diesen Figuren sind, wie bei der vorhergehenden, in den Schattenwerfenden Kanten Punkte angenommen worden, die im Grund- und Aufrisse senkrecht übereinander stehen. Durch diese Punkte sind wieder punktirte Linien gezogen worden, die im Grundrisse angeben, an welcher Stelle die Lichtebenen den Körper oder die Wand treffen, und im Aufrisse den Punkt bestimmen, wo die Projektionen des Lichtstrahls die Lichtebenen schneiden, wodurch die Schatten jener Punkte auf die mehrmals angegebene Weise gefunden worden sind. Jeder, wer die in §. 259 bis §. 282 gegebenen Erklärungen begriffen hat, wird den Beweis dazu ohne Schwierigkeit selbst finden können.

§. 287. Bei den abschattirten Figuren 61 und 62 ist der Wand auch ein Ton gegeben worden, die man sich hinter den Figuren so weit zurückliegend denken muß, als die Basis im



Grundrisse zurücklegt. Bei Fig. 61 sind die Fläche  $a'd''$  der Platte, die Fläche  $f'g'$  des Prisma und die Wand untereinander parallel, folglich fallen die Lichtstrahlen unter gleicher Richtung auf diese drei Flächen, und müßten demnach gleich hell seyn; allein nach §. 247 muß ihre Helligkeit in demselben Verhältnisse abnehmen, als ihre Entfernung vom Auge zunimmt; deshalb ist  $a'd''$  die hellste,  $f'g'$  die weniger helle Fläche, und auf der Wand ist die Helligkeit noch mehr gedämpft. Die Seite  $g'n$  liegt im Seitenschatten, weil der Lichtstrahl  $c'h$  im Grundrisse diese Seite nicht mehr trifft; folglich muß dieselbe auch bemerkbar dunkler getuscht werden, als die Wand. §. 254. Auf die Fläche  $f'm$  fallen die Lichtstrahlen in der Richtung  $a'e'$  fast rechtwinklig, daher ist diese Fläche die hellste unter allen übrigen, zu dieser Figur gehörigen Flächen, doch da dieselbe eine schiefe Richtung gegen die Sehlinien hat, so muß die von dem Auge entfernter liegende Seite dieser Fläche weniger helle gehalten werden, als die zunächst liegende Seite. §. 250. Der Schlagschatten, welcher von der oberen Platte auf diese Fläche fällt, ist nach §. 234 der dunkelste von allen Schlagschatten, doch weil die Fläche eine schräge Richtung gegen die Sehlinien hat, so muß derselbe auch an der entfernter liegenden Seite etwas weniger dunkel seyn, als an der näher liegenden. §. 253. Der Schlagschatten, der von der obern Platte auf die Fläche  $f'g'$  fällt, muß bemerkbar weniger dunkel seyn, als der, welcher auf die Fläche  $f'm$  fällt, weil die Fläche  $f'g'$  weniger hell, als die Fläche  $f'm$  ist. §. 234. Der Schlagschatten, der auf die Wand fällt, muß noch blässer seyn, als der, welcher auf die Fläche  $f'g'$  fällt, wenn gleich beide Flächen eine gleiche Richtung gegen die Lichtstrahlen haben, weil die Wand vom Auge entfernter ist.

§. 288. Die im §. 254 gegebene Regel findet hier ihre Anwendung, nämlich, alle hier vorkommenden Lichtflächen müssen bemerkbar heller seyn, als die im Seitenschatten liegende Fläche  $g'n$ , und diese muß wieder bemerkbar heller seyn, als die hier vorkommenden Schlagschatten von drei Abstufungen.

§. 289. Da die Flächen der Figur 62 dieselben Richtungen gegen die Lichtstrahlen haben, als bei Fig. 61, und nur der Unterschied zwischen beiden Figuren ist, daß der untere Körper bei der einen, die Form des obern Körpers bei der andern Figur hat, so sind die eben gesagten Regeln über Abschattung der Figur 61 auch auf Fig. 62 anwendbar. Es ist bei dieser Figur nur noch hinzuzufügen, daß der obere sowohl als der untere Körper auf den gegen das Licht gekehrten Kanten eine Lichtkante erhalten hat, indem man annimmt, daß die Kanten nicht sehr scharf sind, und deshalb noch Lichtstrahlen zurückwerfen können. Da nun diese Kanten eine fast rechtwinklige Richtung gegen die Lichtstrahlen haben, so pflegt man diese Lichtkanten

an denselben gern anzubringen, weil sich dadurch die Flächen besser trennen.

### Dritte Aufgabe.

Fig. 63  
und 64.

§. 290. Die beiden Figuren auf Tab. XIII sind halbe Cylinder, wovon der eine mit einer viereckigen, der andre mit einer runden Platte bedeckt ist, man soll die Grenze des Schlagschattens bestimmen, welchen beide Platten auf die halben Cylinder und die Wand werfen, und angeben, wie dieselben unter dieser Zusammenstellung abschattirt werden müssen.

§. 291. Nachdem der Grund- und Aufriss von beiden Figuren gezeichnet, und die Richtung der Lichtstrahlen daselbst bestimmt worden ist, so müssen die Schattenwerfenden Kanten aufgesucht werden. Von der viereckigen, auf dem Cylinder liegenden Platte, sind dieselben §. 276 schon angegeben worden, es ist deshalb nur noch nöthig, die Stelle in der krummen Oberfläche des Cylinders zu bestimmen, in der die Lichtstrahlen dieselbe nur berühren und vorbeisallen, denn dies muß die Stelle seyn, von der die Form und Größe des, vom Cylinder auf die Wand geworfenen Schlagschattens abhängt. Zu diesem Endzwecke ziehe man im Grundrisse, mit der daselbst angenommenen Richtung der Lichtstrahlen  $sz$  parallel, eine Tangente  $d'k'$ , so wird dieselbe den Grundriß des Cylinders im Punkte  $i'$ , und folglich die, auf diese Tangente senkrecht gestellte Lichtebene die Oberfläche des Cylinders in der Linie  $ii'$  berühren. Weil aber die Linie  $ii'$  die Stelle bezeichnet, wo die Lichtstrahlen an der Oberfläche des Cylinders vorbeistreichen, so muß dieselbe auch erstens die Grenze anzeigen, wo die Lichtseite des Cylinders aufhört, und dessen Seitenschatten anfängt, und zweitens anzeigen, von welcher Linie in der Oberfläche des Cylinders der Schlagschatten auf die Wand geworfen wird. Die auf  $d'i'k'$  gestellte Lichtebene trifft aber auch die Wand in der Linie  $k'k$ ; folglich muß die Linie  $k'k$  der Schatten der Linie  $i'i$ , und folglich die Grenze des vom Cylinder auf die Wand geworfenen Schlagschattens seyn. Wird nun die, vom Punkte  $d$  durch den Punkt  $i$  gezogene Projektion des Lichtstrahls bis zur Linie  $k'k$  verlängert, so wird der Punkt  $k$ , in welchem dieser verlängerte Lichtstrahl die auf  $d'i'k'$  gestellte Lichtebene schneidet, angeben müssen, wo die Grenze des von dem Cylinder auf die Wand geworfenen Schattens ist; denn  $d$  ist in der Schattenwerfenden Kante  $ae'$  der letzte Punkt, der seinen Schatten auf den Cylinder wirft, weil jeder andre Punkt von  $d$  bis  $e'$  seinen Schatten in die Linie  $kl'$  wirft. Von der Linie  $e'e$  ist  $l'l$ , von der Linie  $e''k'$ , die im Aufrisse als der Punkt  $e$  erscheint, ist die Linie  $el$  der Schlagschatten.

§. 292. Zur Bestimmung des Schlagschattens, welcher



von der viereckigen Platte auf den Cylinder geworfen wird, sind im Grundrisse in der Linie  $a'e'$  nur die vier Punkte  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$  angenommen worden. Es steht aber Jedem frei, der diese Figur in gleicher Größe, oder besser, nach einem vergrößerten Maasstabe zeichnen will, noch mehr Punkte in der schattenwerfenden Kante anzunehmen, damit er die Schatten dieser Punkte auf der Cylindersfläche auffuchen, und die Grenze des ganzen Schlagschattens desto genauer bestimmen kann. Diese vier Punkte sind indeß hinreichend, um darzuthun, daß die, bei den vorigen Aufgaben angegebene Verfahrensort, die Grenze des Schlagschattens zu finden, auch bei runden Körpern anwendbar ist. Durch die im Grundrisse angenommenen Punkte  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$  sind die Linien  $a'r'$ ,  $b'g'$ ,  $c'h'$ ,  $d'i'$  parallel mit der angenommenen Richtung des Lichtes gezogen worden, sie sind folglich die Projektionen der Lichtebenen, welche man sich auf diese Linien senkrecht errichtet denken muß, und welche die Cylindersfläche in den senkrechten Linien  $f'f'$ ,  $g'g'$ ,  $h'h'$ ,  $i'i'$  treffen. Werden diese Lichtebenen nun durch die Projektionen der Lichtstrahlen, welche durch die nämlichen Punkte  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  im Aufrisse gehen, in den Punkten  $f$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $i$  geschnitten, so müssen diese Punkte die Schatten der erstern Punkte seyn, und durch ihre Vereinigung die Grenze des ganzen Schlagschattens bestimmt werden, welcher von dem Theile der untern Kante der Platte, nämlich von  $a$  bis  $d$  auf die krumme Cylindersfläche geworfen wird. Die untere Kante der Platte  $a'n$ , welche im Aufrisse als der Punkt  $a$  erscheint, wirft auf die Wand und auf den Cylinder einen Schlagschatten in der Richtung der geraden Linie  $amf$ . Denn, weil der Punkt  $a$  die Projektion der Linie  $a'n$  ist, so muß auch  $af$  die Projektion jeder Lichtlinie seyn, die man durch jeden beliebigen Punkt der Linie  $a'n$  ziehen kann; folglich wird auch jede Lichtebene, die zwischen  $f$  und  $m$  die Cylindersfläche trifft, jedesmal von der Projektion des Lichtstrahls durch den Punkt  $a$ , oder was gleichviel ist, durch die Linie  $af$  geschnitten werden; und folglich der, von der Linie  $a'n$  auf die krumme Oberfläche des Cylinders geworfene Schlagschatten als die gerade Linie  $mf$  erscheinen.

§. 293. Bei dem andern Cylinder, Fig. 64, ist durch die Tangente  $f'r'$  der Berührungspunkt  $q'$  gefunden worden. Die Lichte Ebene, welche auf  $f'r'$  senkrecht gestellt gedacht werden kann, wird die Oberfläche des Cylinders in der Linie  $qq'$  berühren, und auf der Wand in der Linie  $rr'$  den Schlagschatten dieses Theils der schattengebenden Grenze des Cylinders bestimmen. Die obere runde Platte ist ein Stück eines Cylinders von einem größern Durchmesser. Bei diesem ist die Berührungslinie der Lichte Ebene die Linie  $ii'$ , deshalb wird die schattenwerfende Kante dieser Platte von  $a$  bis  $i'$  am untern Rande, und von  $i$  bis  $k$

am obern Rande sich befinden. Die Schatten der Punkte a, b, c, d, e fallen auf den Cylinder in die Punkte l, m, n, o, p, welche auf die nämliche Weise, wie bei voriger Figur gezeigt worden ist, bestimmt worden sind. Der Schatten des Punktes f berührt in q den Cylinder, und fällt in r auf die Wand. Von den Punkten g, h, i', i, k sind s, r', u', u, t die Schattenpunkte. Die Vereinigung aller dieser Schattenpunkte durch Linien giebt den Umriß des Schlagschattens dieser beiden übereinander liegenden Cylinder.

Die beiden, auf die Linien g's' und h'r'' im Grundrisse errichteten Lichtebeinen, schneiden den Umriß der obern runden Platte zweimal. Man wird leicht einsehen, daß es nicht noch nöthig war, auch den andern Durchschnittpunkt der Linie g's' in den Aufriß zu projeciren.

§. 294. Um diese beiden Figuren abzuschattiren, muß man vors erste bestimmen, in welcher Linie auf der Oberfläche der Cylinder der Seitenschatten derselben anfängt, und in welcher sie die größte Helligkeit erhalten müssen. Wie die Linie auf der Cylinderoberfläche gefunden wird, bei der die Lichtstrahlen vorbeifallen, und dadurch bestimmt wird, wo der Seitenschatten des Cylinders anfängt, und dessen größte Dunkelheit sich befindet, ist schon früher angegeben worden. Es ist also nur noch die Linie zu bestimmen nöthig, in der die krumme Oberfläche des Cylinders die größte Helligkeit erhalten muß.

Man kann sich einen Cylinder als ein Prisma von unendlich vielen Seiten vorstellen, deshalb braucht nicht erst bewiesen zu werden, daß die Lichtstrahlen seine Umfangsfläche unter jeder möglichen Richtung treffen müssen. Der Lichtstrahl, welcher nach dem Mittelpunkte des Cylindergrundrisses gezogen werden kann, wird dessen Umfangslinie rechtwinklig schneiden; folglich wird die auf diesem Durchschnittpunkte errichtete senkrechte Linie, im Aufrisse die hellste Stelle des Cylinders angeben. In Figur 63 ist der Punkt f', und in Fig. 64 der Punkt n' derjenige, in welchem der Lichtstrahl die Umkreise beider Cylindergrundrisse rechtwinklig schneidet.

§. 295. Doch bei diesen beiden Cylindern ist die hellste Stelle nicht über den Punkten f' und n', sondern über dem Punkte x angegeben worden. Man wird sich aus §. 228 erinnern, daß diejenigen Flächen das höchste Licht zu haben scheinen, von denen die reflectirten Lichtstrahlen in die Sehelinien fallen, und dies wird bei beiden Cylindern im Punkte x seyn. Denn man theile den Winkel SzE in zwei gleiche Winkel durch die Linie zy, diese wird den Grundriß des Cylinders im Punkte x schneiden. Darauf ziehe man mit Sz oder dem Lichtstrahle die Linie vx, und mit Ez oder der Sehelinie die Linie zw parallel.



Nun ist aber der Winkel

$$\text{vxy} = \text{Szy}$$

$$\text{Szy} = \text{yzE}$$

$$\text{yzE} = \text{yxw}, \text{ folglich ist}$$

$$\text{yxw} = \text{vxy}, \text{ folglich werden}$$

die auf  $x$  fallenden Lichtstrahlen in der Richtung  $xw$ , oder in der Sehelinie zurückgeworfen, und folglich wird die auf  $x$  errichtete senkrechte Linie die hellste Stelle auf den Oberflächen der Cylinder angeben. Je glatter nun die Oberfläche angenommen wird, desto stärker wird dieses Glanzlicht wirken. Wird die Oberfläche des zu schattirenden Körpers nicht so glatt angenommen, so wird man die Wirkung dieses Glanzlichtes weniger gewahr werden. Es ist deshalb, nach dem, was über den größern oder geringern Grad der Glätte geometrischer Körper bereits früher, §. 228, gesagt worden ist, auch kein Fehler, wenn man in den Punkten  $f'$ ,  $n'$  und  $c'$  bei diesen Cylindern das höchste Licht annehmen wollte.

§. 296. Es ist anzurathen, daß man die Linie, wo die dunkelste Stelle des Seitenschatten bei runden Körpern, so wie die, wo das hellste Licht hinkommen soll, vorher ganz schwach mit einer Bleistiftlinie angiebt, die man nach dem Tuschen wieder wegreiben kann, ehe man anfängt den Cylinder zu schattiren. Bei der Anweisung zum Tuschen ist schon angezeigt worden, wie der Uebergang vom Dunkeln zum Hellen hervorgebracht werden muß, deshalb verweise ich auf §. 75 bis 83. Wie dunkel oder wie helle jede Stelle auf der Oberfläche des Cylinders getuscht werden soll, kann man durch Worte für denjenigen, der noch keine Vorstellung davon hat, doch nicht verständlich ausdrücken. Der bloße Anblick eines richtig abgeschattirten runden Körpers, wird leichter und schneller einen deutlichern Begriff von dessen Abschattirung geben können, als es durch Worte möglich wäre. Ich verweise deshalb Jeden auf die abgeschattirten Figuren 63 und 64. Indesß will ich noch dieses darüber anführen. Die Linie  $\alpha\beta$  im Grundrisse beider Cylinder ist parallel mit der Wand. Wenn man in dem Punkte, wo diese Linie im Grundrisse den Umkreis berührt, sich eine senkrechte Linie in den Aufriß gezogen denkt, so müssen längs dieser Linie die Cylinder heller getuscht werden, als die Wand, weil die Lichtstrahlen in dieser Linie die Cylinder in derselben Richtung treffen, als die Wand, diese aber vom Auge entfernter liegt, als diese Stelle der Oberfläche der Cylinder. Von dieser Linie aus muß die Dunkelheit nach dem Seitenschatten hin zunehmen, und nach dem Glanzlichte hin abnehmen. Der Seitenschatten der Cylinder muß bemerkbar dunkler als die Wand, und die Schlagschatten auf der Wand und auf den Cylindern bemerkbar dunkler als der Seitenschatten getuscht werden.

An der Stelle, wo das Licht auf der Oberfläche des Cylinders am hellsten ist, muß der Schlagschatten am dunkelsten werden, und nach beiden zurückweichenden Seiten zu an Dunkelheit abnehmen. Die Helligkeit, so wie der Seitenschatten des untern Cylinders muß etwas schwächer seyn, als die des obern Cylinders.

#### Vierte Aufgabe.

Fig. 65.

§. 297. Man soll die Form des Schlagschattens bestimmen, der von einer überstehenden viereckigen Platte auf einen abgekürzten Kegels, und von beiden auf die Wand geworfen wird.

Wäre bei dieser Figur, statt des Kegels, ein Cylinder gezeichnet worden, so würde diese Aufgabe der Aufgabe zu Fig. 63 ganz gleich seyn, müßte folglich auf die nämliche Weise gelöst werden. Doch die Auflösung beider Aufgaben unterscheidet sich dadurch, daß die Lichtebenen, welche man auf die Projektionen der Lichtstrahlen im Grundrisse sich jedesmal errichtet denken muß, den Cylinder in geraden senkrechten Linien, den Kegel aber in hyperbolischen Linien treffen. Da nun der Schatten jedes angenommenen Punktes, in denjenigen Linien gefunden werden muß, in denen die Lichtebenen die Oberfläche des Körpers, auf welchen der Schatten fällt, treffen, so ist zur Auflösung dieser Aufgabe nur nöthig zu wissen, wie man diese hyperbolischen Linien auf die Oberfläche des Kegels im Aufrisse zeichnen muß; alsdann braucht man nur noch in diesen hyperbolischen Linien die Schatten der angenommenen Punkte auf die Weise zu bestimmen, die bei den vorigen Aufgaben gezeigt worden ist.

§. 298. Um nun diese hyperbolischen Linien auf die Oberfläche des Kegels zeichnen zu können, muß man (siehe §. 204 und 205) mit der halben obern Grundfläche des Kegels  $u's'r'v'$ , und mit der halben untern  $ur'q'v$  concentrische Kreise ziehen, die in beliebiger Entfernung zwischen beiden Grundflächen im Grundrisse angenommen werden können. Bei Fig. 65 sind die Halbkreise  $1m'1$ ,  $2n'2$ ,  $3o'3$ ,  $4p'4$  gezogen worden. Je mehr man Kreise ziehen kann und will, desto genauer werden diese hyperbolischen Durchschnitte gezeichnet werden können. Darz auf bestimme man in den Seiten des abgekürzten Kegels  $uw$  und  $vx$  die Punkte 1, 2, 3, 4, indem man nämlich auf die Basis in den Punkten 1, 2, 3 und 4 senkrechte Linien errichtet, und ziehe alsdann durch die Punkte, in welchen diese senkrechten Linien die Seite  $uw$  schneiden, die Linien 1.1, 2.2, 3.3, 4.4 parallel mit der Basis. Diese mit der Basis im Aufrisse parallel gezogenen Linien, sind horizontale Ebenen und die Projektionen der im Grundrisse beschriebenen concentrischen Kreise.



§. 299. Wenn nun im Grundrisse in der Schattenwerfens: den Kante  $a'\beta'$  der Platte beliebige Punkte  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$  und  $e'$  angenommen worden sind, deren Schatten auf der Oberfläche des Kegels bestimmt werden soll, so muß man durch diese Punkte parallel mit dem Lichtstrahle  $a'z'$  Linien ziehen, die den Umkreis der halben obern und der halben untern Grundfläche des Kegels und der dazwischen liegenden concentrischen Kreise, in einem oder in zwei Punkten schneiden werden. In diesen Durchschnittpunkten müssen ohne Zweifel die Lichtebenen, welche man sich auf die durchschneidenden Linien senkrecht errichtet denkt, die Oberfläche des Kegels treffen. Um den Ort dieser Durchschnittpunkte im Aufrisse zu bestimmen, braucht man nur ihre senkrechten Abstände (z. B. die der Durchschnittpunkte, welche die Linie  $f'a'$  mit den Halbkreisen  $1m'1$ ,  $2n'2$ ,  $3o'3$ ,  $4p'4$  macht) von der Mittellinie  $AB$  im Grundrisse auf die korrespondierenden Linien  $1.1$ ,  $2.2$ ,  $3.3$ ,  $4.4$  im Aufrisse nach und nach abzutragen, und durch die erhaltenen Punkte die Linie  $fa$  zu ziehen. So wie mit dieser Linie, muß man es mit den andern Linien  $g'r'$ ,  $h'm'$ ,  $i'n'$ ,  $k'o'$ ,  $l'p'$  und ihrer Verlängerung machen, so erhält man auf der Oberfläche des Kegels die hyperbolischen Linien  $fa$ ,  $gr$ ,  $hm$ ,  $in$ ,  $ko$ ,  $lp$  mit ihrer Verlängerung. Die Schatten der beliebig angenommenen Punkte  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  werden alsdann in diesen hyperbolischen Linien auf die bekannte Verfahrungsart gefunden, nämlich der Schatten von dem Punkte  $a$  in der Linie  $is$  im Punkte  $a''$ , der von  $b$  in der hyperbolischen Linie  $fa$  im Punkte  $b''$ , der von  $c$  in der hyperbolischen Linie  $gr$  im Punkte  $c''$  u. s. w., so daß die Grenze des Schlagschattens, welchen die untere Kante der Platte auf die Oberfläche des Kegels wirft, die Vereinigung der Punkte  $aa''b''c''d''e''$  seyn wird.

Die Linien  $is$  und  $qr$  sind keine hyperbolischen Linien, sondern gerade, denn die Ebenen, welche man sich im Grundrisse auf die Linien  $a'z'$  und  $\beta'z'$  senkrecht gestellt denkt, gehen durch die Axe des Kegels, weshalb ihre Durchschnitte ein gleichschenkeliges Dreieck aber keine Hyperbel bilden. Bei diesen beiden Linien braucht man deshalb nur den senkrechten Abstand ihrer Durchschnittpunkte von der Mittellinie in der obern und untern Grundfläche aus dem Grundrisse in den Aufriß abzutragen, und durch gerade Linien zu verbinden.

§. 300. Die Linie  $q'r'$  giebt im Grundrisse die Punkte an, wo die Lichtstrahlen die beiden Grundflächen des Kegels und die vier concentrischen Kreise berühren. Beim Cylinder bestimmt diese Linie die Schattenwerfende Grenze im Aufrisse, beim Kegel aber nicht. Je höher die Spitze eines Kegels von seiner Grundfläche entfernt ist, je ähnlicher wird seine krumme Oberfläche und seine Beleuchtung der eines Cylinders seyn. Wenn aber die Spitze des Kegels seiner Grundfläche so

nahe gerückt ist, daß der durch seine Spitze gezogene Lichtstrahl ganz in seine krumme Oberfläche fällt; so wird nur eine Linie seiner Oberfläche nicht erleuchtet werden können. Nähert sich die Spitze des Kegels seiner Grundfläche noch mehr, so wird seine ganze krumme Oberfläche erleuchtet werden. Die schattenwerfende Grenze der krummen Oberfläche des Kegels muß deshalb in den Punkten gesucht werden, in denen die Projektionen der Lichtstrahlen im Aufrisse die hyperbolischen Linien berühren, welche, wie oben gezeigt worden ist, die im Aufrisse konstruirten Lichtebenen darstellen. Die Linie  $yd$  geht bei Fig. 65 durch diese Punkte und weicht von der Linie  $qr$  merklich ab, welche beim Cylinder die schattenwerfende Grenze bestimmen würde. Das Uebrige, was über die Form des Schlagschattens auf der Wand, und über Beleuchtung der Figur 63 und 64 gesagt worden ist, ist auch auf diese Figur anzuwenden, und bedarf keiner Wiederholung. Es ist hiebei nur noch zu bemerken, daß der Schlagschatten von der obern Platte auf der Wand größer seyn müßte; des Raumes wegen ist hier aber angenommen worden, daß die vorstehende Wand bei der Nische den fehlenden Theil des Schlagschattens bedeckt. Die Linie  $ye$  giebt die Stelle des hellsten Lichts nach der in §. 228 und 295 gegebenen Regel an.

#### Fünfte Aufgabe.

Bei einer halbrunden unbedeckten Nische die Form des Schlagschattens zu bestimmen.

Fig. 66.

§. 301. Die schattenwerfenden Kanten sind hier 1) die Linie  $pa$ , welche im Grundrisse als der Punkt  $a$  erscheint, und 2) der Theil der obern Rundung von  $a$  bis  $d$ , weil bei  $d$  die Lichtstrahlen im Grundrisse vorbeistreifen. Wenn man also im Grundrisse von  $a$  bis  $d$  die Punkte  $a, b, c, d$  annimmt, durch diese mit der Richtung der Lichtstrahlen parallele Linien in die halbe Rundung der Nische zieht, und sich auf diesen Linien Lichtebenen senkrecht errichtet denkt; so werden diese die halbrunde Fläche der Nische in den Linien  $g'g, h'h, i'i$  treffen, und die, durch die Punkte  $a, b, c$  gezogenen Projektionen der Lichtstrahlen im Aufrisse, diese Lichtebenen in den Punkten  $g, h, i$  schneiden, welche folglich die Schatten der Punkte  $a, b, c$  seyn müssen. Die Form des Schlagschattens würde demnach durch die Linien  $pa, ad, dg$  und  $gg'$  bestimmt. Man sieht durch Auflösung dieser Aufgabe, daß die Verfahrensart, wie die Grenzen der Schlagschatten zu bestimmen sind, ganz die nämliche ist, die Fläche, auf die er fällt, mag nun eine ebene, mit der Basis gleichlaufende, oder eine nach außen, oder eine nach innen gerundete Fläche seyn.



§. 302. Im Punkte 1' treffen zwar die Lichtstrahlen die innere Fläche der Nische rechtwinklig, und es müßte deshalb die hohle runde Fläche in der Linie 1'1 das stärkste Licht haben, es ist aber auch bei dieser Figur, nach der in §. 295 gegebenen Regel das hellste Licht in der Linie k'k angenommen worden, denn der Lichtstrahl ek' wird in der Linie kq', die eine Seheslinie ist, sein Licht reflektiren. Von der Linie kk' aus muß die runde Fläche nach beiden Seiten zu immer dunkler getuscht werden, weil die Lichtstrahlen immer schräger auf die runde Fläche fallen, je entfernter sie von der Linie k'k dieselbe treffen. Die Schattenseite der Nische muß in der Linie g'g am dunkelsten getuscht werden, weil nach der Linie ap zu die Dunkelheit immer mehr und mehr durch Reflexlicht gemildert wird.

### Sechste Aufgabe.

§. 303. Es soll die Form des Schlagschattens einer halbkreisförmigen Nische, die eine ebene horizontale Decke hat, angegeben werden. Die schattenwerfenden Kanten daran sind die Linien a'a und an. Die Form des Schlagschattens wird auf die mehrmal beschriebene Weise durch die im Grundrisse angenommenen Punkte a', b', c', d', e', f' leicht bestimmt werden können. Die Grenze dieses Schlagschattens, der von den beiden schattenwerfenden Kanten in der hohlen Fläche der Nische gebildet wird, ist 1) die senkrechte Linie g'g und 2) die krumme Linie ghiklmn. Wenn man aber annimmt, daß die obere horizontale Decke einen mit der Nische concentrischen Ausschnitt hätte, der im Grundrisse mit den Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 bezeichnet ist, so würde dieser Ausschnitt im Aufrisse als die gerade Linie vom Punkte 1 bis zum Punkte 7 erscheinen. Projicirt man nun die Punkte 1 bis 7 aus dem Grundrisse in den Aufriß, und bestimmt auf die gewöhnliche Weise die Schatten dieser Punkte, so wird die Schattengrenze dieses concentrischen Ausschnittes die krumme Linie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 seyn.

Fig. 67.

§. 304. Fig. 68 ist von der vorigen Figur nur dadurch verschieden, daß statt der ebenen horizontalen Platte eine Viertelskugel die Nische deckt. Die schattenwerfenden Kanten sind 1) die Kante a'a, und 2) von dem Halbkreise der Decke der Theil von a bis t, denn bei t streifen die Lichtstrahlen im Aufrisse vorbei; folglich kann von keinem Punkte des Theiles der Kante der halbrunden Decke von t bis u ein Schatten mehr in die Nische fallen.

Fig. 68.

Der Halbkreis agu wird im Grundrisse als die gerade Linie a'u' erscheinen. Nimmt man nun zur Bestimmung des Schlagschattens in der Bogenlinie von a bis t mehrere Punkte a', b', c', d', e', f', g', h', i' im Grundrisse beliebig an; so wird man leicht auf die mehrmal beschriebene Weise die Schatten dieser

Punkte und folglich auch die Grenze des ganzen Schlagschattens bestimmen können, so lange nämlich die Schatten dieser angenommenen Punkte nicht über den Durchmesser an des Halbkreises agn fallen. Denn bis zu dieser Linie an ist die Fläche der Nische gleich der innern eines Cylinders; folglich werden die Lichtebenen, welche man sich im Grundrisse auf die Projektionen der Lichtstrahlen errichtet denkt, die Nische bis zur Linie an in geraden senkrechten Linien treffen, in der Viertelfugel aber in kreisförmigen Linien, welche im Aufrisse wegen der schrägen Lage der Lichtebenen gegen die Sehelinien, als elliptische Linien erscheinen.

§. 305. Die Grenze des Schlagschattens, der in die Viertelfugel fällt, muß also durch die Punkte bestimmt werden, in denen die Projektionen der Lichtstrahlen im Aufrisse diese elliptischen Linien schneiden. Um diese elliptischen Linien zu zeichnen, muß man im Aufrisse in beliebiger Entfernung durch die Viertelfugel mit der Basis parallel die Linien  $1'1', 2'2', 3'3', 4'4'$  ziehen, alsdann die Halbmesser  $\alpha 1', \beta 2', \gamma 3', \delta 4'$  nach und nach in den Zirkel nehmen, und damit die vier Halbkreise  $1''1'', 2''2'', 3''3'', 4''4''$  konzentrisch mit dem Grundrisse  $a'k'u'$  der Nische beschreiben. Diese vier konzentrischen Halbkreise sind die Grundrisse der vier Ebenen, welche die Viertelfugel horizontal durchschneiden, und welche im Aufrisse als die Linien  $1'1', 2'2', 3'3', 4'4'$  erscheinen werden. Wird nun z. B. durch den Punkt  $e'$  die Projektion des Lichtstrahls im Grundrisse gezogen, so wird die Linie  $e'o'$  die Halbkreise in den Punkten 1, 2, 3, 4, und die Mittellinie  $g'k'$  in dem Punkte 5 schneiden. Diese Durchschnittspunkte geben aber die Stellen an, wo die auf  $e'o'$  errichtete Lichtebene die innere runde Fläche der Viertelfugel im Aufrisse treffen muß. Wenn man also die senkrechten Abstände dieser Durchschnittspunkte von der Mittellinie  $g'k'$  aus dem Grundrisse in den Aufriß durch die Linien  $1\alpha, 2\beta, 3\gamma, 4\delta$  auf die Linien  $1'1', 2'2', 3'3', 4'4'$  abträgt, und die Durchschnittspunkte durch eine elliptische Linie verbindet, so erhält man die Linie, in der die auf  $e'o'$  errichtete Lichtebene die Viertelfugel trifft. Alle andern auf  $f'p', g'q', h'r'$  und  $i's'$  errichteten Lichtebenen werden die Viertelfugel in kreisförmigen Linien treffen, die aber im Aufrisse als Ellipsen erscheinen müssen, und deren Form auf gleiche Weise gefunden wird, als bei der auf  $e'o'$  errichteten Lichtebene gezeigt worden ist.

§. 306. Die Linien, in welchen die auf  $f'p', g'q', h'r'$  und  $i's'$  errichteten Lichtebenen, die innere Fläche der Viertelfugel treffen, sind auf der Kupfertafel ausgezeichnet, doch die übrigen Linien weggelassen worden, in welchen die auf  $a'k', b'l', c'm'$  und  $d'n'$  errichteten Lichtebenen die innere Fläche der Vier-



telkugel treffen \*), um nicht durch zu viele Linien eine Verwirrung zu veranlassen. Die Schatten der Punkte  $a, b, c, d, e, f, g, h, i$  sind demnach die Punkte  $k, l, m, n, o, p, q, r, s$ . Da bei  $t$  die Lichtstrahlen vorbeistreichen, so muß auch in diesem Punkte der Schlagschatten sich enden, deshalb braucht man nur den Schattenpunkt  $s$  mit  $t$  zu verbinden.

§. 307. Wo die Lichtstrahlen rechtwinklig auf eine Fläche fallen, wird auch der Schlagschatten auf einer solchen Fläche am dunkelsten erscheinen, deshalb ist in Fig. 67 in der Linie  $k'k$ , und bei Fig. 68 in der Linie  $q'q$  der Schlagschatten am dunkelsten, und nimmt von da aus immer mehr und mehr nach beiden Seiten hin an Dunkelheit ab, weil dort das Reflexlicht die Schattenflächen wegen der kreisförmigen Krümmung der Nischen immer mehr und mehr erhellt. Bei beiden Figuren ist das höchste Licht bei  $y$  angenommen worden, weil der Winkel  $xyw$  gleich ist dem Winkel  $wyz$ , und die Richtung der Linie  $xy$  der des Lichtstrahls, die der Linie  $yz$  aber der Richtung der Sehelinien gleich ist (siehe §. 295). Was noch über Beleuchtung bei dieser Figur gesagt werden könnte, ist schon bei den vorigen Figuren vorgekommen und erklärt worden.

### Siebente Aufgabe.

Schatten und Licht einer Kugel zu bestimmen.

§. 308. Bei Fig. 69 ist die Richtung der Lichtstrahlen gegen die Basis im Aufrisse gleich einem halben rechten Winkel, im Grundrisse aber parallel mit der Basis angenommen worden. Die Lichtstrahlen befinden sich deshalb in Ebenen, die parallel mit der senkrechten Tafel gehen. Der Grundriß der Kugel muß unter die Basis so gestellt werden, daß die, die Basis rechtwinklig durchschneidende Linie  $wn'$  durch den Mittelpunkt der Kugel im Aufrisse und Grundrisse geht.

Da im Grundrisse die Linie  $a'b'$  in der daselbst angenommenen Richtung der Lichtstrahlen durch den Mittelpunkt der Kugel geht, so muß sich auch in der auf dieser Linie errichteten Lichtebeine der hellste Punkt der Kugel befinden. Diese Lichtebeine erscheint aber im Aufrisse als der Umkreis der Kugel (§. 301), folglich wird die Linie  $ab$  im Aufrisse, welche nicht nur

Fig. 69.

\*) Ob es gleich zur Bestimmung der Grenze des Schlagschattens nicht nöthig ist, die elliptischen Linien von allen Lichtebeinen ganz auszuzeichnen, so ist es doch dem Anfänger sehr zu rathen, von allen Lichtebeinen die elliptischen Linien ganz auszuführen, denn es wird ihm bei Auflösung mehrerer anderer Aufgaben sehr zu Statten kommen, hierin eine hinreichende Fertigkeit erlangt zu haben.

durch den Mittelpunkt der Kugel geht, sondern auch zugleich die Projektion des Lichtstrahls im Aufrisse angiebt, die Oberfläche der Kugel im Punkte  $d$  rechtwinklig schneiden, und den Ort des hellsten Lichts in diesem Punkte bestimmen müssen. Projicirt man nun diesen Punkt  $d$  aus dem Aufrisse in den Grundriß, so wird  $d'$  den Punkt des hellsten Lichts auch im Grundrisse angeben müssen.

§. 309. Um den Seitenschatten der Kugel zu finden, muß man im Aufrisse rechtwinklig mit  $ab$  die Linie  $ke$  durch den Mittelpunkt der Kugel ziehen. Diese Linie  $ke$  ist die Projektion einer Ebene, welche die Kugel durch ihren Mittelpunkt schneidet. Dieser Durchschnitt bildet folglich die größte Kreisfläche der Kugel, und muß wegen seiner Richtung gegen die Lichtstrahlen, die Grenze zwischen Licht und Schatten an der Oberfläche der Kugel bestimmen, indem alle Lichtstrahlen an dem Umkreise dieses Durchschnittes vorbeistreichen müssen. Da nun dieselben Lichtstrahlen die Kugel im Grundrisse erhellen, welche dieselbe im Aufrisse beleuchten, so muß auch die Grenze des Seitenschattens sich in dem Umkreise des nämlichen Durchschnittes im Grundrisse befinden, in welcher sie sich im Aufrisse befindet. Die Linie  $ke$  im Aufrisse erscheint aber im Grundrisse als die Ellipse  $d'lmnope'p'o'n'm'l'$ , von der die eine Hälfte auf der nach dem Auge zugewendeten Seite der Kugel sich befindet, deren andre Hälfte folglich nicht sichtbar ist. Diese Ellipse wird demnach im Grundrisse die Grenze des Seitenschattens der Kugel bestimmen.

n. 310. Diese Ellipse kann man entweder, weil der große ( $mn$ ) und der kleine ( $d'e$ ) Durchmesser bekannt sind, nach §. 64 konstruiren, oder auch, wenn man die Linie  $ke$  im Aufrisse in sechs gleiche Theile theilt, durch diese Theilungspunkte  $f, g, c, h, i$  und durch  $e$  und  $k$  senkrechte Linien in den Grundriß zieht, welche die Linie  $a'b'$  daselbst in den Punkten  $e', f', g', c', h', i', d'$  schneiden, darauf diese senkrechten Linien durch die, mit  $a'b'$  parallelen Linien  $mo, lp, m'o', l'p'$  schneidet, so wird die Vereinigung aller dieser Durchschnittspunkte  $d', l, m, n, o, p, e', p', o', n', m', l'$  die Ellipse geben.

Die Entfernung der Linien  $mo, lp, m'o', l'p'$  von  $a'b'$  kann man von den innerhalb der Peripherie liegenden Theilen der Linien  $fr$  oder  $iu$  und  $gs$  oder  $ht$  aus Fig. A abtragen (siehe §. 146 bis §. 149). Im Aufrisse kann kein Schlagshadow gesehen werden, denn er fällt daselbst auf eine horizontale Fläche, und erscheint auf der Basis als die Linie  $vq$ .

§. 311. Man sieht, daß zur Zeichnung des Aufrisses A der Grundriß B nicht nöthig ist, denn man findet die Stelle des höchsten Lichtes, die Grenze des Seitenschattens, und die Größe des Schlagshadowes daselbst auch ohne Grundriß. Doch anders



verhält es sich mit dem Grundrisse, soll hier die Grenze des Schlagschattens bestimmt werden, so ist der Aufriss dazu eben so nöthig, als er zur Bestimmung des hellsten Lichts und des Seitenschattens war. Da der Schlagschatten von der Grenze des Seitenschattens hervorgebracht wird, so müssen in derselben mehrere Punkte willkürlich angenommen, und deren Schatten aufgesucht werden. In dieser Grenze des Seitenschattens sind zur Zeichnung der Ellipse  $nd'n'e'$  die Punkte  $e, f, g, c, h, i, k$  aus dem Aufrisse in den Grundriß projicirt worden, diese kann man also auch zu Bestimmung des Schlagschattens benutzen, indem man durch die Punkte  $e, f, g, c, h, i, k$  mit der Richtung des Lichtstrahls parallele Linien bis zur Basis zieht, wodurch die Punkte  $q, r, s, b, t, u, v$  die Schatten der Punkte  $e, f, g, c, h, i, k$  auf der Basis bestimmen. Werden nun aus den Punkten  $q, r, s, b, t, u, v$  senkrechte Linien in den Grundriß und aus den verschiedenen correspondirenden Punkten in der Ellipse  $nd'n'e'$  mit der Richtung des Lichts im Grundrisse parallele Linien gezogen, bis sie jene senkrechten Linien schneiden, die zu denselben Punkten gehören, so wird die Vereinigung aller Durchschnittspunkte die Ellipse  $q'r's'b't'u'v'u'r'b''s''r''$  geben, welche die Grenze des Schlagschattens der Kugel im Grundrisse seyn muß.

§. 312. Wenn es befremdend vorkommen sollte, daß man gegen die gewöhnliche Verfahrungsart aus dem Aufrisse in den Grundriß senkrechte Linien ziehen soll, der braucht nur die ganze Zeichnung umzukehren, so daß Fig. A unter Fig. B zu stehen kommt, und erstere den Grundriß und letztere den Aufriss bedeutet; so wird man sehen, daß dieser Schlagschatten eben so, wie bei den frühern Aufgaben konstruirt worden ist. Ein Theil dieses Schlagschattens ist durch die darüberliegende Kugel bedeckt, weshalb der bedeckte Theil weit lichter als der unbedeckte getuschelt worden ist, gleichsam als könnte man durch die Kugel ihren Schlagschatten durchsehen.

§. 313. Bei Fig. 70 ist die Richtung der Lichtstrahlen zur Basis im Grund- und Aufrisse gleich einem halben rechten Winkel angenommen worden, man soll nun bei dieser Richtung des Lichtstrahls den Punkt des hellsten Lichtes, und die Grenze des Seitenschattens auf der Oberfläche der Kugel im Grund- und Aufrisse bestimmen. Man ziehe demnach im Grund- und Aufrisse die Linien  $a'b'$  und  $ab$  durch den Mittelpunkt der Kugel, da nun diese zugleich die angenommene Richtung der Lichtstrahlen angeben, so muß sich der Punkt des hellsten Lichtes in diesen Linien befinden. Denkt man sich auf die Linie  $a'b'$  im Grundrisse eine Lichtebeue errichtet, so kann man den Durchschnitt, den diese Lichtebeue auf der Oberfläche der Kugel im Aufrisse bildet, durch angenommene Theilungspunkte auf der Linie  $a'b'$  auf die bekannte Weise (siehe Fig. 30 und §. 147 bis

Fig. 70.

§. 249) im Aufrisse konstruiren, wo dieser Durchschnitt als die Ellipse  $v\ddot{a}skws'e$  erscheint. Da diese Ellipse im Punkte  $d$  durch die Projektion des Lichtstrahls  $ab$  geschnitten wird, und dieser durch den Mittelpunkt der Kugel geht, so muß  $d$  der Punkt des hellsten Lichtes auf der Oberfläche der Kugel seyn. Projicirt man diesen Punkt in den Grundriß auf  $a'b'$ , so ist  $d'$  der hellste Punkt auf der Oberfläche der Kugel im Grundrisse.

§. 314. Wenn man nun die Grenze des Seitenschattens bestimmen soll, so muß man die Punkte auffinden, bei denen die Lichtstrahlen im Grund- und Aufrisse an der Oberfläche der Kugel vorbeistreichen. Zieht man deshalb mit der Projektion des Lichtstrahls  $ab$  parallele Linien, welche die Ellipse  $v\ddot{a}sws'$ , (nämlich den Kugeldurchschnitt der Lichtebene) in  $e$  und  $k$  berühren, und projicirt diese Punkte in den Grundriß auf die Linie  $a'b'$ , (als die Projektion der Ellipse  $v\ddot{a}sws'$ ) in die Punkte  $e'$  und  $k'$ ; so hat man dadurch sowohl im Aufrisse als auch im Grundrisse zwei Punkte bestimmt, in denen die Lichtstrahlen die Oberfläche der Kugel berühren. Zieht man ferner durch den Mittelpunkt der Kugel eine mit der horizontalen Tafel parallele Linie rechtwinklig mit  $a'b'$ , (nämlich mit der Richtung des Lichtstrahls im Grundrisse), welche die Peripherie der Kugel in den Punkten  $n$  und  $n'$  schneidet, so werden die Lichtstrahlen die Kugel in den Punkten  $n$  und  $n'$  berühren; zieht man darauf auch durch den Mittelpunkt der Kugel im Aufrisse eine horizontale Linie, (welche daselbst die Projektion des Umkreises im Grundrisse darstellt) und projicirt auf dieselbe die Punkte  $n$  und  $n'$  in  $s$  und  $s'$ , so sind im Aufrisse die Linien  $ss'$  und  $ke$  und im Grundrisse die Linien  $nn'$  und  $k'e'$  die sich rechtwinklig schneidenden Durchmesser des größten Kugeldurchschnittes an dessen Umkreise im Grund- und Aufrisse die Lichtstrahlen vorbeistreichen müssen.

§. 315. Um den Kreis dieses größten Kugeldurchschnittes im Grund- und Aufrisse zu zeichnen, braucht man nur im Grundrisse den Durchmesser  $k'e'$  durch die Punkte  $e', f', g', c', h', i', k'$  in sechs gleiche Theile zu theilen, und durch die Theilungspunkte parallele Linien mit  $nn'$  zu ziehen, alsdann  $f'p' = f'p =$  (Fig. B)  $f'p' = f'p$  und  $g'o = g'o' =$  (Fig. B)  $g'o = g'o'$  u. s. w. zu machen, so kann man durch Vereinigung der erhaltenen Durchschnittspunkte  $e', p', o', n', m', l', k', l, m, n, o, p$  den Umkreis des gesuchten Kugeldurchschnittes im Grundrisse vollenden. Projicirt man darauf die Durchschnittspunkte  $f', g', h', i'$  (denn  $e', c', k'$  ist schon in den Aufriß projicirt) von dem Grundrisse in den Aufriß auf die Linie  $ke$ , oder, was gleichviel ist, theilt man die Linie  $ke$  in sechs gleiche Theile, und zieht durch die Theilungspunkte die Linien  $u', u', rr', qq'$  parallel mit  $ss'$ ; so kann man aus den Punkten  $p, o, m, l, p', o', m', l'$  durch senkrechte Linien die Punkte  $u, t, r, q, u', t', r', q'$  bestimmen, und



durch Vereinigung dieser Durchschnittspunkte  $e, u, t, s, r, q, k, q', r', s', t', u'$  den Umkreis des Kugeldurchschnittes im Aufrisse vollenden.

§. 316. Dieser Kugeldurchschnitt erscheint im Grund- und Aufrisse als eine Ellipse, wie aus der geometrischen Zeichnungslehre §. 202 bekannt ist. Um den Punkt genau zu treffen, in welchem der Umkreis der Ellipse im Aufrisse C mit dem der Kugel zusammentrifft, (wo also der größte Durchmesser der Ellipse seyn muß), muß man die Linie  $\alpha\beta$  parallel mit der Basis im Grundrisse D ziehen, und sich eine senkrechte Ebene darauf errichtet denken. Diese Ebene, welche die Kugel im Grundrisse D senkrecht und parallel mit der senkrechten Tafel schneidet, wird im Aufrisse C als der Umkreis der Kugel erscheinen. Da nun diese senkrechte Ebene im Grundrisse D die Ellipse  $nk'n'e'$  (des ren Umkreis auch in der Oberfläche der Kugel liegt) in den Punkten  $x'$  und  $y'$  schneidet, so müssen diese Punkte im Aufrisse C auch in den Umkreis der Kugel fallen. Projicirt man diese Punkte aus dem Grundrisse in den Aufriß, so schneiden sie den Umkreis der Kugel in  $x$  und  $y$ , und  $xy$  wird der größte Durchmesser der Ellipse seyn. Oder man kann auch nur rechtswinklig mit dem Lichtstrahle ab die Linie  $xy$  durch den Mittelpunkt und den Umkreis der Kugel ziehen; so sind  $x$  und  $y$  die gesuchten Punkte. Projicirt man diese in den Grundriß durch senkrechte Linien, so müssen die auf der Linie  $\alpha\beta$  erhaltenen Durchschnittspunkte in dem Umkreise der Ellipse liegen.

§. 317. Um die beiden Punkte  $k$  und  $e$  genauer bestimmen zu können, in welchen die Tangenten die Ellipse usws' berühren, auf deren Bestimmung die Form des Kugeldurchschnittes beruht, durch welchen wieder die Grenze des Seitenschatens der Kugel im Grund- und Aufrisse bestimmt wird; so kann man diese Punkte durch folgende Konstruktion leicht finden. Wenn man sich nämlich die Kugel und die sie beleuchtenden Lichtstrahlen im Aufrisse C so herumgedreht denkt, wie sie im Aufrisse A erscheinen, so würde der hellste Punkt der Kugel in den Umkreis derselben fallen, den man durch eine von  $a$  horizontal gezogene Linie daselbst bestimmen könnte. Zieht man durch diesen gefundenen Punkt und durch den Mittelpunkt eine Linie, so würde diese die nunmehrige Richtung des Lichtstrahls angeben, und die gegen dieselbe rechtwinklig durch den Mittelpunkt gezogene Linie  $zd$  in dem Umkreise die Punkte bestimmen, in denen die Lichtstrahlen die Kugel berühren. Zieht man nun von diesen Punkten  $z$  und  $d$  nach dem Umkreise der Ellipse usws' horizontale Linien, welche dieselbe in  $k$  und  $e$  schneiden werden, so sind die Punkte  $k$  und  $e$  diejenigen, in denen die Tangenten die Ellipse berühren werden.

§. 318. Der in §. 308 und §. 313 angegebenen Bestim-

mung des hellsten Lichtpunktes, und der Konstruktion des Seitenschattens gemäß, ist Fig. 69 und Fig. 70 durch Licht und Schatten ausgeführt worden. Diese ausgeführten Figuren werden besser, als jede Beschreibung eine deutliche Vorstellung geben, wie eine Zirkelfläche abschattirt werden muß, um möglichst täuschend die Oberfläche einer Kugel auszudrücken. Ich füge deshalb nur noch hinzu, daß man bei der Anlage den ganzen Seitenschatten mit einem fast eben so dunklen Tone ansetzen muß, als derselbe in der fertig ausgeführten Zeichnung erhalten soll, und daß man denselben nicht bloß nach dem hellsten Punkte hin, sondern auch nach dem Umkreise hin verwäschen muß. Diese Anlage läßt man erst gehörig trocken werden, und überzieht mit einem bemerkbar blässeren Tone, als der zum Seitenschatten gebrauchte ist, die ganze Kugelfläche, spart aber einen größern Raum, als die ausgeführte Darstellung in Fig. 69 und Fig. 70 anzeigt, mit diesem Tone zur Stelle des hellsten Lichtes aus, verwäscht auch diesen Ton in die Runde nach dem Lichtpunkte der Kugel hin, und läßt denselben wieder trocken werden. Darauf nimmt man einen Ton, der sich wenig von der hellsten Stelle der Kugel unterscheidet, überzieht damit wieder die ganze Kugelfläche, spart aber einen kleineren Raum, als bei dem vorhergehenden Tone geschehen ist, für die hellste Stelle der Kugel aus, und verwäscht auch diesen Ton nach dem Lichtpunkte hin. Dieses Verfahren wiederholt man mit hellerer oder dunklerer Tusche, je nachdem es nöthig ist, so oft, bis man an allen Stellen den gewünschten Ton hervorgebracht hat, und vollendet alsdann die Zeichnung durch den halbtrocknen Pinsel. Man muß vorzüglich darauf bedacht seyn, die Wirkung des Reflexlichtes an dem Umkreise der Kugel auszudrücken, sonst kann man die Rundung derselben doch nicht täuschend darstellen.

#### Achte Aufgabe.

Den Seitenschatten an einem ringförmigen Körper zu bestimmen.

Fig. 71.

§. 319. Man zeichne zuerst den Grundriß dieses Körpers, indem man aus  $c''$ , welcher Punkt in der Mittellinie der Figur liegt, mit dem Halbmesser  $c''a' = ca$  und mit dem Halbmesser  $c''d' = fd$  die konzentrischen Halbkreise  $a'c'b'$  und  $d'e'$  beschreibt. In dem obern Viertelkreise  $ad$  nehme man die Punkte  $g$  und  $h$  beliebig an, ziehe aus ihnen die Linie  $gg'$  und  $hh'$  auf die Basis  $d'e'$  senkrecht, durch welche man in dem untern Viertelkreise  $da'$  die Durchschnittspunkte  $g$  und  $h$  erhält. Aus den vier Punkten  $g$ ,  $h$ ,  $h'$  und  $g'$  des obern und des untern Viertelkreises  $ad$  und  $da'$  ziehe man die vier Linien  $gi$ ,  $hk$ ,  $hk'$



und  $gi$  parallel mit der Basis  $d'e'$ . Mit den Halbmessern  $c''g'$  und  $c''h'$  beschreibe man im Grundrisse aus  $c''$  die concentrischen Halbkreise  $h'm'k'$  und  $g'l'i'$ , von welchen die geraden Linien  $hk$  und  $gi$  im obern, und  $hk$ ,  $gi$  im untern Viertelkreise die Projektionen im Aufrisse sind.

§. 320. Darauf ziehe man im Grundrisse die Linie  $p'c''$ , als die Projektion des Lichtstrahls. Um nun die Linie zeichnen zu können, in welcher die Lichtebeue, welche man sich auf die Linie  $p'c''$  errichtet denken muß, die Oberfläche des ringsförmigen Körpers im Aufrisse trifft, so nehme man nach und nach die senkrechten Abstände der Durchschnittspunkte 1, 2, 3 und  $p'$  der Linie  $p'c''$  mit den bereits gezogenen parallelen Halbkreisen von der Mittellinie  $f'c''$  in den Zirkel, trage diese Abstände auf die korrespondirenden Horizontallinien in den Aufriß, d. h. man mache  $c_1 = c''_1 = \alpha_1$ ,  $l_2 = l_2 = \beta_2$ ,  $m_3 = m_3 = \gamma_3$  und  $sp = dp'$ , und verbinde die Punkte 1, 2, 3,  $p$ , 3, 2, und 1 durch die krumme Linie  $1p1$ , welche die gesuchte Linie ist, in welcher die Oberfläche des ringsförmigen Körpers von der auf die Linie  $p'c''$  senkrecht gestellten Lichtebeue getroffen wird. Zieht man nun eine Tangente  $TG$ , (als die Projektion des Lichtstrahls im Aufrisse), welche die krumme Linie  $1p1$  im Punkte 2 berührt, so ist 2 der Punkt, wo der Seitenschatten des ringsförmigen Körpers anfangen wird.

§. 321. Man nehme nun im Grundrisse in der Peripherie des Halbkreises  $d'e'$  mehrere Punkte 4, 5, 6 u. s. w. beliebig an, ziehe aus ihnen Parallelen mit  $p'c''$  (als der Projektion des Lichtstrahls im Grundrisse) und bestimme die dazu gehörigen krummen Linien im Aufrisse, entweder dadurch, daß man wieder im Grundrisse die senkrechten Abstände der Durchschnittspunkte dieser Linien mit den concentrischen Kreisen von der Mittellinie nach und nach in den Zirkel nimmt, und auf die korrespondirenden Linien im Aufrisse trägt, oder dadurch, daß man in diesen Durchschnittspunkten senkrechte Linien errichtet, (wie diese bei den Punkten 1, 2, 3 und  $p'$  angegeben worden sind) und alsdann im Aufrisse die Punkte bemerkt, in welchen sie die dazu gehörigen Horizontallinien schneiden.

§. 322. Durch die im Halbkreise  $d'e'$  angenommenen Punkte  $v'$ ,  $w'$  und  $x'$  sind Linien mit  $p'c''$  parallel gezogen worden, welche die im Grundrisse beschriebenen concentrischen Halbkreise zweimal schneiden. Die Durchschnitte der Lichtebeuen, die man sich auf die Linien  $v'v'$ ,  $w'w'$ ,  $x'x'$  senkrecht stellt denken muß, bilden im Aufrisse die elliptischen Linien  $vuvu$ ,  $wowo$  und  $xyxy$ , welche auf dieselbe Weise konstruirt werden, wie bei dem Durchschnitte 123p321 angezeigt worden ist. An diese Ellipsen sowohl, als auch an die zuerst gezeichneten krummen Linien, und an die beiden Halbkreise  $ada'$  und  $beb'$  ziehe

man Tangenten parallel mit TG, und verbinde sämtliche Berührungspunkte aller Tangenten durch eine krumme Linie, so ist diese die gesuchte Grenze des Seitenschattens auf dem ringförmigen Körper, welcher auf der Kupfertafel in Fig. 71 durch einen getuschten Ton angegeben worden ist.

#### Neunte Aufgabe.

Man soll die Grenzen des Seitenschattens und Schlagschattens am Kapitale einer toskanischen Säule bestimmen.

Fig. 72.

§. 323. Zur Auflösung dieser Aufgabe sind die Grenzen folgender Schatten zu bestimmen:

- 1) des Seitenschattens am Säulenschaft,
- 2) des Seitenschattens am konvexen Körper, Wulst genannt, siehe §. 365,
- 3) des Schlagschattens vom Wulste auf das darunter liegende gerade Glied und auf den Schaft der Säule,
- 4) des Schlagschattens von der obern viereckigen Platte auf den Wulst und auf den Säulenschaft.

I. Die Grenze des Seitenschattens am Säulenschaft wird durch die Linie rs bestimmt, welche aus dem Punkte, in dem der Lichtstrahl den Umkreis des Säulenschaftes im Grundrisse berührt, in den Aufsriß konstruirt worden ist, (siehe §. 291).

II. Die Grenze des Seitenschattens am konvexen Körper wird eben so gefunden, wie in §. 319 bis 322 bei Fig. 71 gezeigt worden ist. Die Grenze dieses Seitenschattens ist die Linie defgh.

III. Die Grenze des Schlagschattens, der auf das, unter dem Wulste liegende, gerade Glied fällt, erhält man durch Verlängerung der Tangenten, welche den Seitenschatten an dem Wulste bestimmt hatten. Die Punkte nämlich, worin diese Tangenten die senkrechten Linien schneiden, in welchen dieses gerade Glied, so wie die Oberfläche des Säulenschaftes durch die Lichtebenen getroffen wird, bestimmen die Grenze des Schlagschattens in der punktirten Linie iku. Die Grenze des Schlagschattens, welchen das gerade Glied auf den Säulenschaft wirft, und welche nach den bekannten Regeln sehr leicht gefunden werden kann, giebt die punktirte Linie mnpq an. Der Theil des Schlagschattens von q bis r wird von einem Theile des Wulstes geworfen.

IV. Um die Grenze des Schlagschattens zu finden, welchen die Platte auf den Wulst und den Säulenschaft wirft, so verlängere man die Projektionen der Lichtebenen, die man zur



Bestimmung des Seitenschattens am Wulste willkürlich im Grundrisse gezogen hatte, bis sie die Linie ab, als den Grundriß der Platte in den Punkten  $1', 1'$  u. s. w. schneiden, und projectire diese Punkte in den Aufriß, wodurch daselbst in der Linie ab die Punkte 1, 1 u. s. w. bestimmt werden. Zieht man nun durch diese Punkte Projektionen der Lichtstrahlen, so bestimmen die Punkte, in welchen die zuerst gefundenen krummen Durchschnittslinien von den korrespondirenden Projektionen der Lichtstrahlen im Aufrisse geschnitten werden, die gesuchte Grenze des Schlagschattens. Auf dem Wulste zeigt nämlich die Linie ae und die Linie gkf, und auf dem Säulenschafte die Linien no und op die Grenze des von der Platte geworfenen Schlagschattens an. Diese angegebenen Schatten werden sich zum Theil decken.

### Zehnte Aufgabe.

Es soll die Grenze des Schlagschattens bestimmt werden, der von einer vorstehenden runden Platte auf eine konkave und zugleich ringförmig gebogene Fläche („Einziehung“ genannt, siehe §. 369) fällt.

§. 324. Man muß zu diesem Endzwecke eben so wie bei Fig. 71 zur achten Aufgabe angezeigt worden ist, sich die konkave Oberfläche mit beliebig angenommenen horizontalen Ebenen durchschnitten denken, welche sich im Aufrisse als die geraden Linien kk, ll, mm, ll, kk, aa, ii darstellen, deren Grundrisse die Halbkreise  $m'm'$ ,  $1'1'$ ,  $k'k'$ ,  $a'a'$  und  $i'i'$  sind. Der Halbkreis  $a'a'$  ist auch der Grundriß der obern, und der Halbkreis  $d'd'$  der der untern runden Platte. Um die Konstruktion zu erleichtern, und nicht zu viele Kreise im Grundrisse zu bekommen, so sind drei Ebenen im obern Theile der konkaven Oberfläche mit drei Ebenen im untern Theile derselben von gleichem Durchmesser gemacht worden, weshalb drei Kreise die Grundrisse von sechs verschiedenen Ebenen im Aufrisse sind, die auch deshalb mit gleichen Buchstaben bezeichnet worden sind.

§. 325. Wenn man nun im Grundrisse durch die Projektionen mehrerer beliebig angenommener Lichtebenen die Halbkreise schneidet, so werden diese Lichtebenen die konkave Fläche im Aufrisse in den verschiedenen krummen Linien treffen, welche im Aufrisse punktiert angegeben sind. Wie diese krummen Linien aus dem Grundrisse in den Aufriß übergetragen werden müssen, ist schon bei Fig. 71 in der achten Aufgabe deutlich gezeigt worden. Um das Auffinden der, aus dem Grundrisse in den Aufriß übertragenen, Punkte zu erleichtern, durch deren Verbindung die Durchschnitte der Lichtebenen gezeichnet worden

Fig. 73.

sind, so sind bei der einen Lichtlinie  $gc''$  die gleichbedeutenden Durchschnittspunkte im Grundrisse mit 1, 2, 3, 4, 5 und  $g$  und im Aufrisse mit 4, 3, 2, 1, 2, 3, 4, 5  $g$  bezeichnet, und die senkrechten Abstände dieser Punkte von der Mittellinie nochmals angegeben worden, auf welche Weise alle übrigen Durchschnitte der Lichtebenen in den Aufriß übergetragen worden sind.

§. 326. Soll nun der Schlagschatten gefunden werden, den die obere runde Platte  $aa$  auf die konkave Fläche wirft, so müssen die Punkte 6, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 aus dem Grundrisse auf die schattenwerfende Kante  $aa$  in den Aufriß projicirt, und die korrespondirenden krummen Durchschnitte der Lichtebenen, mit den durch diese Punkte gezogenen Projektionen der Lichtstrahlen im Aufrisse durchschnitten werden. Die Vereinigung dieser Durchschnittspunkte giebt die Grenze des gesuchten Schlagschattens, die auf der Kupfertafel nicht durch Buchstaben, sondern durch einen nicht sehr dunklen Ton angegeben worden ist. Daß der Seitenschatten der untern und obern runden Platte da anfängt, wo der Lichtstrahl im Grundrisse die krumme Oberfläche berührt, ist früher mehrmal schon gesagt worden (§. 291), denn man muß diese beiden Platten als Abschnitte von Cylindern ansehen.

§. 327. Durch eine Vergleichung der beiden Figuren 71 und 73 sieht man sehr bald, wie sehr sich die beiden Schatten, welche auf ihren krummen Oberflächen entstehen, von einander unterscheiden. Bei Fig. 71 nämlich erhielt man die Grenze des sich daselbst bildenden Seitenschattens durch eine Verbindung der Berührungspunkte, in welchen die Lichtstrahlen an den, durch die Lichtebenen gebildeten krummen Linien vorbeistreichen. Bei Fig. 73 hingegen giebt sich die Grenze des Schlagschattens durch die Durchschnittspunkte dieser Lichtstrahlen mit den krummen Linien, in welchen die Lichtebenen die konkave Oberfläche treffen.

§. 328. In den Figuren 71, 72, 73 ist die Abschattirung der Lichtflächen weggelassen, und nur die Seiten- und Schlagschatten mit einem gleichen, doch nicht sehr dunklen Tone angegeben worden, damit man zwar die Grenzen dieser Schatten sogleich übersehen, aber doch auch alle nöthigen Konstruktionslinien und Buchstaben darin deutlich erkennen kann. Hat man erst die Grenzen dieser Seiten- und Schlagschatten konstruirt, so müssen die Grade der Helligkeit und Dunkelheit für jeden Raum nach den früher gegebenen Regeln bestimmt werden. In Fig. 74 sind zwei konvexe Glieder, „Wulste“, mit einer dazwischen liegenden konkaven ringsförmigen Fläche, „Eingziehung“, nach diesen Regeln fertig abschattirt worden, zu denen in Fig. 71 und Fig. 73 die Konstruktion des dabei vorkommenden

Fig. 74.



den Seiten: und Schlagschattens bereits angezeigt ist. Das Ganze der Figur 74 stellt den Fuß einer jonischen Säule vor.

### Fiffte Aufgabe.

§. 329. Eine gleichseitige viereckige Platte von gegebener Dicke, die eine runde Oeffnung hat, und schräg an eine senkrecht stehende Wand gelehnt ist, welche aber eine schiefe Richtung gegen die Basis hat, im Grund: und Aufrisse zu zeichnen, und den Schlagschatten zu bestimmen, der von der viereckigen Platte, und der runden Oeffnung auf die Wand geworfen wird.

Fig. 75

Die Richtung der Wand gegen die Basis ist im Grundrisse durch die Linie  $yz$ , ferner die Richtung der Platte gegen die Wand ist neben dem Aufrisse durch die Profilzeichnung A gegeben. Auf dieser Profilzeichnung A ist ferner mit dem Halbmesser  $ef$  die halbe runde Oeffnung aus  $e$  beschrieben; hierdurch erhält man die Maaße, wo die kreisförmige Oeffnung auf der obern und der untern Seite der Platte hintrifft. Eben so werden durch die Diagonale  $el$  die Punkte bestimmt, wo die beiden Kreise, nämlich der der obern und der der untern Seite der Platte durch die Diagonale geschnitten werden. Mit Hülfe dieser Punkte kann man ohne Schwierigkeit die Platte und den obern und den untern Kreis im Grundrisse zeichnen. Man macht z. B.  $c''d'' = k'i' =$  (Fig. A)  $ax$ , und  $c''l'' =$  (Fig. A)  $cl'$ , und so trägt man auf gleiche Weise alle übrigen zur Zeichnung dieses Körpers nöthigen Punkte, aus der Profilzeichnung in den Grundriß. Wenn der Grundriß vollendet ist, so projectirt man alle zum Aufrisse nöthigen Punkte durch senkrechte Linien aus dem Grundrisse in den Aufriß. An der Stelle, wo diese senkrechten Linien von den Horizontallinien geschnitten werden, welche man aus den gleichbedeutenden Punkten der Profilzeichnung in den Aufriß zieht, sind die gesuchten Punkte, durch deren Verbindung man die beiden Seiten der Platten und den obern und untern Kreis im Aufrisse zeichnen kann.

§. 330. Beim Zeichnen des obern und untern Kreises und der beiden Seiten der Platte sind durch die Durchschnittpunkte der Diagonalen in beiden Kreisen mehrere gleichbedeutende Punkte im Grund: und Aufrisse bestimmt worden, die zur Bestimmung des Schlagschattens, welchen diese beiden Kreise auf die Wand werfen, benutzt werden können, z. B. die Punkte  $m'$  und  $n'$ . Wenn man durch diese Punkte in der Richtung der Lichtstrahlen im Grundrisse Linien bis an die Wand zieht, so werden sie dieselbe in den Punkten  $o'$  und  $p'$  treffen. Zieht man darauf aus  $o'$  und  $p'$  senkrechte Linien in den Aufriß, und aus den Punkten  $m$  und  $n$  die Projection der Lichtstrahlen, bis sie die senkrechten Linien in  $o$  und  $p$  schneiden, so werden diese

Durchschnittspunkte die Schatten der Punkte  $m$  und  $n$  auf der Wand seyn müssen.

§. 331. Auf gleiche Weise findet man die Schatten der übrigen Durchschnittspunkte der beiden Kreise, und kann so die Schatten dieser Kreise auf der Wand durch Vereinigung aller gefundenen Schattenpunkte bestimmen, welche zusammen eine Ellipse bilden werden. Die Schattengrenzen beider Kreise werden sich an zwei Punkten  $r$  und  $t$  schneiden, und wenn man von diesen Punkten in der Richtung der Projektion des Lichtstrahls im Aufrisse nach den beiden Kreisen Linien zieht, so kann man in den Kreislinien die Stelle bestimmen, wo der obere Kreis aufhört, und der untere Kreis anfängt, den Schlagschatten zu werfen. Diese Stellen  $q$  und  $s$  geben zugleich an, wie weit sich der Seitenschatten, auf der zwischen beiden Kreisen befindlichen Cylinderfläche erstreckt. Die Schattengrenze beider Kreise ist auch unterhalb der Basis angegeben worden, nicht etwa, als sollte dieser Theil des Schlagschattens zum Grundrisse gehören, sondern man muß sich diese anscheinende Unrichtigkeit so vorstellen, als dächte man sich die Basis, diese Scheidelinie zwischen Grund- und Aufrisse, weg, und die Wand, auf die der Schlagschatten fällt, nach Willkühr verlängert.

§. 332. Nun sind noch die Schlagschatten zu bestimmen, welche die Linien  $c'b'$ ,  $a'b'$  und  $k'i'$  auf die Wand werfen. Wenn im Aufrisse die Linie  $a'b'$  bis zur Wand verlängert wird, so trifft sie dieselbe im Punkte  $u'$ , wie die aus der Profilzeichnung  $A$  von dem Punkte  $u$  gezogene Horizontallinie beweist. Zieht man ferner im Grundrisse durch  $a''$  eine Lichtlinie  $a''v$  bis zur Wand, und von  $v$  eine senkrechte Linie in Aufriß, so wird dieselbe durch die aus  $a'$  gezogene Projektion des Lichtstrahls im Punkte  $w$  geschnitten werden, und folglich  $w$  der Schatten des Punktes  $a'$  seyn. Man muß sich hiebei wieder die Wand unter die Basis verlängert denken. Verbindet man darauf die Punkte  $u'$  und  $w$  durch eine Linie, so wird diese die Grenze des, von der schräg liegenden Linie  $a'b'$  geworfenen Schlagschattens auf die Wand im Aufrisse angeben. Zieht man alsdann durch  $b'$  die Projektion des Lichtstrahls, bis dieselbe die Linie  $u'w$  im Punkte  $\alpha$  schneidet, so wird  $c'\alpha$  der Schatten der Linie  $b'c'$  seyn.

§. 333. Um den Schatten der Linie  $ki$  zu finden, von dem ein Theil durch die runde Oeffnung zu sehen ist, muß man, wie vorher bei Bestimmung des Schattens der Linie  $a'b'$  gezeigt worden ist, den Schatten des Punktes  $i$  bestimmen. Man erhält denselben, wenn man durch den Punkt  $i'$  im Grundrisse eine Lichtlinie bis zum Grundrisse der Wand  $xy$  zieht, welche dieselbe in  $\beta$  trifft. Von  $\beta$  zieht man darauf eine senk-



rechte Linie in den Aufriß, und da diese im Punkte  $\gamma$  durch die aus  $i$  gezogene Projektion des Lichtstrahls geschnitten wird, so muß  $\gamma$  der gesuchte Schattenpunkt von  $i$  seyn. Durch Verbindung der Punkte  $k$  und  $\gamma$  wird der Schatten der schrägliegenden Linie  $ki$  bestimmt. Man muß sich auch hierbei die Wand unter die Basis willkürlich verlängert denken; indeß wird es Manchen befremden, daß, statt von  $\beta$  senkrecht in den Aufriß hinauf zu ziehen, hier senkrecht in den Grundriß hinunter gezogen worden ist. Denkt man sich aber den Grundriß um  $1\frac{1}{2}$  Zoll tiefer unter die Basis gerückt, (was bei dieser Zeichnung wegen Mangel an Raum nicht geschehen konnte), so würde die bisher angegebene Verfahrensart „den Schatten eines Punktes zu finden“ unverändert geblieben, und der Schatten des Punktes  $i$  in denselben Punkt  $\gamma$  gefallen seyn.

§. 334. Mehrere Konstruktionslinien sind im Grund- und Aufrisse nicht mit Buchstaben bezeichnet, und ihr Zweck in dieser Auflösung der Aufgabe nicht angegeben worden; es läßt sich aber erwarten, daß derjenige, der das in der geometrischen Zeichenlehre, und das über Bestimmung des Schlagschattens Vorgetragene begriffen hat, leicht den Zweck aller dieser Konstruktionslinien einsehen wird.

§. 335. Diese Fig. 75 ist auf Tab. XXI Fig. 77, abschattirt dargestellt, und Folgendes bezieht sich auf diese. Auf die viereckige Platte fallen die Lichtstrahlen fast rechtwinklig, deshalb muß auch diese bemerkbar heller gehalten werden, als die dahinterliegende Wand, auf welche die Lichtstrahlen weit schräger fallen. Beim Punkte  $a'$  muß die Platte am hellsten gehalten werden, weil diese Stelle der Platte dem Auge am nächsten ist. Im Grundrisse kann man abmessen, daß die Punkte  $b''$  und  $h'$  fast gleichweit vom Auge entfernt sind, folglich muß die Helligkeit der Fläche nach diesen beiden Punkten hin gleichmäßig abnehmen, und in der Richtung  $b'h'$  bis zum Punkte  $g'$  immer blässer werden, weil  $g'$  der vom Auge entfernteste Punkt dieser Fläche ist. Von den beiden Seiten  $a'd'hi$  und  $a'd'b'c'$  der Platte, die im Seitenschatten liegen, muß erstere heller gehalten werden, weil diese durch Reflexlicht mehr erhellt wird, als  $a'd'b'c'$ . Der Schlagschatten auf der Wand muß nahe bei  $c'a$  am dunkelsten seyn, gegen die Basis zu muß er etwas heller werden, weil der Körper, von dem er geworfen wird, entfernter an dieser Stelle als bei  $c'a$  ist. Die Wand muß in dem nämlichen Verhältnisse, als sie sich vom Auge entfernt, an Helligkeit, und der darauf fallende Schlagschatten an Dunkelheit abnehmen.

#### Zwölfte Aufgabe.

§. 336. Eine größere und eine kleinere Platte sind schräg an eine senkrecht stehende, aber schief gegen die Schellinien ge-

Fig. 77.

Fig. 76.

richtete Wand gelehnt, und werfen einen Schlagschatten auf dieselbe. Ferner steht vor der Wand und den beiden Platten eine Pyramide auf einem Würfel, und wirft auf die Wand und auf beide Platten einen Schlagschatten. Man soll die Grenzen aller dieser Schlagschatten bestimmen.

Um sowohl den Grund- und Aufriß beider Platten zeichnen, als auch die Grenzen ihrer Schlagschatten bestimmen zu können, muß man zuerst von beiden Platten die Seitenprofile zeichnen, (siehe Fig. A) aus denen man ihre wahre Richtung gegen die Wand erkennen kann. Das Viereck abed ist das Profil der größern, und efgh das der kleinern Platte. Das Stück der Einfassungslinie iß an das die beiden Platten daselbst angelehnt gezeichnet sind, muß man sich als das Profil der Wand denken.

§. 337. Wenn die Linie ab, die das Profil der obern Fläche der größern Platte darstellt, verlängert wird, so erreicht sie die Wand im Punkte i, und die Linie ef, als das Profil der obern Fläche der kleinern Platte, erreicht die Wand im Punkte k. Schon bei der vorigen Figur ist gezeigt worden, wie man zur Zeichnung des Grundrisses die Abstände aller Punkte von der Wand, und zur Zeichnung des Aufrisses die Höhen aller Punkte aus dieser Profilzeichnung abtragen kann, §. 329, und bedarf also keiner Wiederholung.

§. 338. Um die Grenzen der Schlagschatten zu bestimmen, welche beide Platten auf die Wand werfen, muß man aus der Profilzeichnung vom Punkte i und k Horizontallinien in den Aufriß ziehen, welche auf der Wand die Höhe anzeigen, in welcher die verlängerten obern Flächen der beiden Platten die Wand treffen werden. Verlängert man deshalb im Aufrisse die beiden obern Seiten der größern Platte, bis zu der aus i gezogenen Horizontallinie, so ist i'i' die Linie, in der die verlängerte obere Fläche der großen Platte die Wand trifft. Werden alsdann die beiden Seiten der kleinern Platte verlängert, bis sie die aus k gezogene Horizontallinie schneiden, so ist k'k' die Linie, in der die verlängerte obere Fläche der kleinern Platte die Wand trifft.

§. 339. Zieht man nun im Grundrisse durch den Punkt e'' einen Lichtstrahl bis zur Wand CD, und von da eine senkrechte Linie in den Aufriß, so wird dieselbe durch die vom Punkte e' im Aufrisse gezogene Projektion des Lichtstrahls im Punkte m geschnitten werden, und m ist demnach der Schattenpunkt von e'. Verbindet man alsdann die Punkte k' und m durch eine Linie, so ist k'm der Schatten von k'e', oder der bis zur Wand verlängerten Linie e'f'. Wird nun die Linie k'm durch einen aus dem Punkte f' gezogenen Lichtstrahl im Punkte f''' geschnitten, so ist f''' der Schatten des Punktes f'. Die Vereinigung der Punkte f''' und g' durch eine Linie giebt den Schatten der Kante f'g'.



wodurch die Grenze des Schlagschattens, welchen die beiden Kanten  $g'e'$  und  $f'e'$  der kleinern Platte auf die Wand werfen bestimmt wird, welche Grenze auf der Kupfertafel durch einen getuschten Ton bemerkbarer gemacht worden ist.

§. 340. Zu Bestimmung des Schlagschattens, welchen die beiden Kanten  $c'b'$  und  $b'a'$  der großen Platte auf die Wand werfen, wird der Punkt  $a'''$  als der Schattenpunkt vom Punkte  $a'$  auf der unter die Basis verlängerten Wand auf gleiche Weise, wie bei voriger Figur und bei der kleinern Platte gezeigt worden ist, gefunden, nur daß auch hier der Fall eintritt, daß von dem Punkte aus, wo der aus  $a''$  gezogene Lichtstrahl die Wand CD trifft, die senkrechte Linie hat hinunter gezogen werden müssen, wie dies §. 333 schon beschrieben worden ist.

§. 341. Um den Schlagschatten zu bestimmen, welchen die Pyramide auf beide schrägliegende Platten und auf die Wand wirft, muß man zuerst im Aufrisse die Axe und die abgekürzten Seiten der Pyramide so viel verlängern, bis sie in dem Punkte  $p$  sich vereinigen. Darauf zieht man von  $p$  in der Richtung des Lichtstrahls die Linie  $px$  bis zur Basis, so wird dadurch auf jedem Punkte der Basis von der Axe der Pyramide bis zum Punkte  $x$  die Höhe des Schlagschattens der verlängerten Pyramide bestimmt werden müssen. Im Grundrisse ziehe man von dem Punkte  $p'$  (als der Spitze der Pyramide im Grundrisse) in der Richtung des Lichtstrahls eine Linie, bis sie die aus dem Punkte  $x$  gezogene senkrechte Linie im Punkte  $x'$  schneidet, und ziehe alsdann von  $x'$  die Linien  $x'r'$  und  $x'r'$ , so werden diese Linien die Breite des Schlagschattens der Pyramide auf jedem Punkte von  $p'$  bis  $x'$  bestimmen. Ferner muß man im Aufrisse die beiden schrägen Seiten der obern Fläche von beiden Platten bis zur Basis verlängern, und auch im Grundrisse die Linien angeben, wo die verlängerten obern Flächen beider Platten die horizontale Tafel treffen. Zu der großen Platte ist  $r'r''$  und zu der kleinern  $u'u''$  die gesuchte Linie im Grundrisse. Ihre Entfernungen von der Wand CD erhält man aus der Profilzeichnung A durch die Abstände der Punkte  $r$  und  $u$  von B.

§. 342. Die in der Richtung des Lichtes im Grundrisse durch die Pyramidenaxe gezogene Linie  $p'x'$  trifft die, bis zur horizontalen Tafel verlängerte Oberfläche der großen Platte im Punkte  $s'$ . Projectirt man diesen Punkt durch eine senkrechte Linie in den Aufriss, so wird der Punkt  $s$  auf der Basis den Punkt anzeigen, wo der Schatten der Pyramidenaxe, und der Punkt  $q$ , wo die schattenwerfende Kante der Pyramide die, bis zur Basis verlängerte Oberfläche der großen Platte im Aufrisse treffen muß. Die Linie  $p'x'$  trifft aber auch im Grundrisse die Wand im Punkte  $w''$ , projectirt man diesen Punkt in den

Aufriß durch eine senkrechte Linie, bis diese die Linie  $i'i$  (als diejenige Linie, in welcher die verlängerte obere Fläche der großen Platte die Wand trifft) im Punkte  $w$  schneidet, und ziehet alsdann die Linie  $ws$ , so wird die Linie  $ws$  nicht nur in der nämlichen Ebene liegen müssen, in der die nach oben und unten, und nach der Seite verlängerte obere Fläche der großen Platte liegt, sondern sie wird auch die Richtung anzeigen, in welcher der Schatten der Pyramidenaxe auf diese obere Fläche fällt. Da nun die Linie  $ws$  die Linie  $px$  im Punkte  $n$  schneidet, so würde der Schatten des Punktes  $p$  auf die verlängerte obere Fläche der großen Platte in den Punkt  $n$  fallen. Vereinigt man den Punkt  $n$  und  $q$  durch eine Linie, so giebt die Linie  $nq$  die Grenze des Schlagschattens der Pyramide auf der großen Platte an.

§. 343. Um die Grenze des Schlagschattens der Pyramide auf der obern Fläche der kleinern Platte zu bestimmen, muß man im Grundrisse die Linie  $u''u'''$ , in welcher die verlängerte obere Fläche der kleinern Platte die horizontale Tafel trifft, so weit nach der Seite verlängern, bis dieselbe die Linie  $x'q'$  im Punkte  $u'''$  schneidet. Der Schatten der Pyramidenaxe schneidet die Linie  $u''u'''$  im Punkte  $v'$ , und der Schatten der andern schattenwerfenden Kante der Pyramide dieselbe im Punkte  $y$ . Diese drei Punkte  $u'''$ ,  $v'$  und  $y'$  muß man nun durch senkrechte Linien in den Aufriß projiciren, wo diese die Basis (welche hier die nach unten und der Seite verlängerte obere Fläche der kleineren Platte bedeutet) in den Punkten  $u'$ ,  $v$ ,  $y$  schneiden. Zieht man nun von  $v$  eine Linie nach dem Punkte  $w'$ , welcher in der Linie  $kk'$  liegt, so muß diese Linie  $vw'$  in der nach oben und unten und der Seite verlängerten obern Fläche der kleinern Platte liegen, und die Richtung angeben, in welcher der Schatten der Pyramidenaxe auf die obere Fläche der kleinern Platte fällt. Wird nun die Linie  $vw'$  bis zur Linie  $px$  verlängert, so ist der Punkt  $z$  der Schatten des Punktes  $p$  auf der verlängerten obern Fläche, und  $zu'$  und  $zy$  werden die Grenzen des Schlagschattens der Pyramide auf der obern Fläche der kleineren Platte bestimmen müssen.

§. 344. Der Schatten der Pyramide hört auf der großen Platte im Punkte  $\alpha$  auf, und geht von da auf der kleinern Platte in der Linie  $zu'$  weiter. Zieht man nun durch den Punkt  $\alpha$  einen Lichtstrahl, der die Linie  $zu'$  im Punkte  $\beta$  schneidet, so muß  $\beta$  der Schatten des Punktes  $\alpha$  seyn, und zugleich den Punkt bestimmen, wo der von der Kante  $a'b'$  auf die kleinere Platte geworfene Schlagschatten anfängt. Der zweite Punkt  $\gamma$  ist schon durch die Linie  $i'a'''$  gefunden, welche den Schlagschatten der Linie  $a'b'$  auf der Wand bezeichnet. Da nun die bis zur Wand verlängerte obere Fläche der kleinern Platte die



Wand in der Linie  $k'k'$  trifft, so muß der Punkt  $\gamma$ , in welchem die Linie  $i'a''$  die Linie  $k'k'$  schneidet, der gesuchte Punkt seyn, und die Vereinigung der Punkte  $\beta$  und  $\gamma$  die Grenze des Schlagschattens der Kante  $a'b'$  auf der kleinern Platte bestimmen.

§. 345. Den Schlagschatten, welchen die Pyramide auf die Wand wirft, findet man, wenn man von den Punkten  $d'$  und  $\eta'$ , in welchen der Grundriß des Pyramidenschattens die Wand  $CD$  trifft, Perpendikularlinien bis zur Basis zieht, welche daselbst in den Punkten  $d$  und  $\eta$  die Breite des Schlagschattens bestimmen werden. Da nun die Linie  $ww''$ , in welcher der Schatten der Pyramidenaxe die Wand trifft, die Linie  $px$  im Punkte  $\lambda$  schneidet, so muß der Punkt  $\lambda$  den Schatten des Punktes  $p$  auf der Wand bezeichnen, und die Linien  $\lambda d$  und  $\lambda \eta$  die Grenze des Schlagschattens der Pyramide auf der Wand angeben. Durch eine, von der abgestumpften Spitze der Pyramide mit  $px$  gezogene Parallellinie wird die Grenze des ganzen Schlagschattens der Pyramide auf der Wand bestimmt. Dieser Schlagschatten wird größtentheils durch die kleinere Platte bedeckt.

§. 346. Will man im Grundriße die Breite des Schlagschattens auf der großen und kleinern Platte bestimmen, so braucht man nur vom Aufrisse in den Grundriß von allen nöthigen Punkten Perpendikularlinien zu ziehen.

§. 347. Fig. 76 ist in Fig. 78 fertig abschattirt dargestellt. Das Mehrste, was über Abschattirung dieser Körper gesagt werden könnte, ist schon bei Beschreibung der Fig. 77, §. 335, vorgekommen. Hier ist nur noch nöthig, darauf aufmerksam zu machen, daß der auf die Tafeln von der Pyramide geworfene Schlagschatten zwar auf Flächen fällt, die eine fast rechtwinklige Richtung gegen die Lichtstrahlen im Aufrisse haben, aber doch nicht so dunkel gehalten werden darf, als die von den beiden Platten auf die Wand geworfenen Schlagschatten. Denn er wird erstlich von einem entfernt stehenden Körper geworfen (§. 234), zweitens wird er seiner Lage nach durch Luftreflexe mehr erhellt (§. 238), als die Schlagschatten von den Platten auf der Wand, welche wegen der vorliegenden Platten weniger durch Reflexlicht gemildert werden können, besonders muß die Stelle zwischen beiden Platten fast wie eine Vertiefung angesehen (§. 235), und deshalb am dunkelsten getuscht werden, wenn gleich der von der kleinern Platte geworfene Schlagschatten dem Auge näher ist.

Fig. 78.

### Dreizehnte Aufgabe.

§. 348. Die Grenzen des Schlagschattens zu bestimmen, den das Kapital und Gebälke einer dorischen Säule auf die Wand wirft.

Tab.  
XXII.

Wenn man auch diese Aufgabe nur als eine Wiederholung dessen, was bei den vorigen Aufgaben über Bestimmung des Schlagschattens gesagt worden ist, ansehen will, so wird sie außerdem für diejenigen sehr nützlich seyn, die Facaden der Häuser zeichnen wollen. Denn beim Zeichnen der Facaden kommt häufig der Fall vor, den Schlagschatten von Säulen und ihrem Gebälke auf die dahinter liegende Wand konstruiren zu müssen, und dann ist es sehr vortheilhaft, diese Konstruktion vorher in einem größern Maasstabe, als gewöhnlich dergleichen Zeichnungen haben, ohngefähr so groß, wie er auf Tab. XXII angenommen worden ist, gezeichnet zu haben.

§. 349. Beim Zeichnen des Grundrisses muß man sich vorstellen, „die Sehelinien hätten die Richtung von unten nach oben“, oder man kann sich denken „das Gebälke wäre durchsichtig, und man sähe die Grenzen aller darunter liegenden Theile durch dasselbe hindurch“, s. §. 105.

§. 350. Es bedarf für diejenigen, welche die vorigen Aufgaben verstanden haben, keiner weitern Erklärung, daß der im Grundrisse gezeichnete innere Kreis der Grundriß des Säulenschaftes, die äußern Kreise die Grundrisse der runden Glieder am Kapitale der Säule, und das diese Kreise einschließende Quadrat der Grundriß der viereckigen Platte über der Säule ist. Man braucht auch nur da, wo man zweifelhaft ist, welches Glied im Aufrisse mit dieser oder jener Linie im Grundrisse gemeint sey, von da senkrechte Linien in den Aufriß zu ziehen, oder man braucht auch nur die aus den gleichen Punkten im Grund- und Aufrisse gezogenen Lichelinien zu verfolgen.

§. 351. Wie der Schlagschatten und Seitenschatten an dem obern runden Gliede des Gebälkes, und am Kapitale der Säule konstruirt werden muß, ist bei Fig. 71 und Fig. 72 gezeigt worden, und was überhaupt über Abschattirung der Säule und ihres Gebälkes gesagt werden könnte, ist schon mehrmals bei den vorigen Aufgaben vorgekommen.

§. 352. Wenn auch mit den gegebenen Aufgaben die möglichen Fälle, die Form des Schlagschattens zu finden, nicht erschöpft seyn können, so sind dieselben doch hinreichend, daß jeder Handwerker, der die Auflösung aller hier gegebenen Aufgaben begriffen hat, und die dazu gehörigen Figuren richtig abschattiren kann, auch im Stande seyn wird, die bei seinem Fache vorkommenden Zeichnungen regelrecht abschattiren zu können.

---



## Vierter Abschnitt.

---

§. 353. Die in dem zweiten und dritten Abschnitte vorgetragenen Grundsätze, und die sich auf diese beziehenden Regeln, sollen nun in diesem Abschnitte auf verschiedene Gegenstände angewendet werden, die dieser oder jener Handwerker aus der Zeichnung in die Natur überzutragen hat. Die Säule ist ein solcher Gegenstand, den mehrere Handwerker, namentlich der Zimmermann, Maurer, Tischler und Töpfer, oftmals in der Natur darstellen müssen; deshalb sind auf mehrern Blättern der hiezu gehörigen Vorzeichnungen die verschiedenen Säulen und deren Fußgestelle und Gebälke gezeichnet worden. Doch ehe über Zeichnung und Schattirung der Säule das Nöthigste gesagt wird, ist es zweckmäßig, einige Bemerkungen voranzuschicken.

§. 354. Bei Griechen und Römern machte die Säule noch mehr als bei uns einen wesentlichen Theil ihrer Gebäude aus, weil sie bei ihrer Lebensweise an verschiedenen Gebäuden Säulengänge bedurften. Bei uns wird die Säule mehr als eine der schönsten Verzierungen an der Außenseite und im Innern der Gebäude, zuweilen auch bei Meubeln angewendet. So wie nun die Griechen bei allen Gegenständen des Geschmacks als unsere Vorbilder angesehen werden müssen, so ist es auch in Hinsicht der Säule. Deshalb haben auch die neuern Baumeister die Form und Proportion, welche die Griechen ihren Säulen gaben, als die geschmackvollste beibehalten.

§. 355. Je nachdem der Zweck und Charakter ihrer Gebäude verschieden war, gaben sie auch ihren Säulen ein verschiedenes Verhältniß der Dicke zur Höhe, und den dazu gehörigen Fußgestellen und Gebälken, so wie den daran befindlichen Gliedern und Verzierungen ein passendes Verhältniß. So entstanden fünf verschiedene Arten von Säulen, oder wie man in der Kunstsprache sich auszudrücken pflegt, „fünf verschiedene Säulenordnungen“. Auf Tab. XXV sind dieselben neben einander dargestellt. Nr. I heißt die toskanische, Nr. II die dorische, Nr. III die jonische, Nr. IV die korinthische, Nr. V die gemischte, oder römische Säulenordnung. Die beiden erstern werden bei Gebäuden gebraucht, die den Charakter der Festigkeit, die jonische, die den Charakter der Anmuth, und die korinthische und römische Säulenordnung bei solchen Gebäuden,

die den Charakter der Pracht haben sollen. Der Baumeister muß dem gemäß bestimmen, welche Säulenordnung sich für das von ihm angegebene Gebäude am besten schickt.

§. 356. Bei allen Säulenordnungen ist das obere und untere Ende der Säule mit verschiedenen Gliedern verziert, der mittlere Theil aber glatt. Den obern verzierten Theil nennt man das Kapital oder den Knauf, den mittlern den Schaft, und den untern den Fuß der Säule. Die Höhe des Raums, welchen die Säule ausfüllen soll, bestimmt auch die Höhe der Säule, und diese wieder ihre Dicke. Die Höhe zur toskanischen Säule theilt man nämlich in 7, zur dorischen in 8, zur jonischen in 9, zur korinthischen und zur römischen in 10 Theile. Ein solcher Theil bestimmt die jedesmalige Dicke der Säule an ihrem untersten Ende dicht über dem Säulenfuße, oder, ein solcher Theil ist gleich dem Durchmesser der Säule dicht über dem Säulenfuße.

§. 357. Der Durchmesser der Säule am untern Ende des Säulenschaftes ist bei allen 5 Säulenordnungen um den sechsten Theil seiner Länge größer, als der Durchmesser der Säule am obern Ende des Säulenschaftes. Die Hälfte des Durchmessers am untern Ende des Säulenschaftes, wird als das Maas oder die Einheit angenommen, durch die man die Größe des Kapitals, des Säulenschaftes, des Säulenfußes, des Säulenstuhles, des Gebälkes und aller daran befindlichen Glieder mißt. Dieses Maas nennt man ein Model. Zu genauerer Bestimmung der Größen theilt man ein Model in 12 gleiche Theile oder in 12 Part. Demnach ist ein Model ein Maas, das keine bestimmte Größe hat, wie z. B. ein Fußmaas oder eine Elle, sondern seine Größe hängt von der jedesmaligen Höhe der Säule und der verhältnißmäßigen Länge ihres Durchmessers am untern Ende des Säulenschaftes ab.

§. 358. Die auf Tab. XXV dargestellten 5 Säulen, von den 5 verschiedenen Säulenordnungen haben zwar ganz gleiche Höhe, aber ihre Dicke ist verschieden, ausgenommen Nr. IV und Nr. V, welche von gleicher Dicke sind. Wenn man diese Säulen so zeichnen wollte, daß ihre Dicken ganz gleich wären, so würden dagegen ihre Höhen verschieden seyn müssen, angenommen bei Nr. IV und Nr. V. Will man nach einer gegebenen Höhe oder nach einer gegebenen Dicke eine dieser Säulen zeichnen, so muß man vorher nach dem in §. 356 angegebenen Verhältnisse einen Maasstab dazu in Modeln machen, und nach diesem alle verschiedenen Theile und Glieder der Säule, so wie ihres Säulenstuhles und Gebälkes abtragen.

§. 359. Wegen Mangel an Raum sind auf Tab. XXV die, für jede Säulenordnung gehörigen Säulenstühle und Gebälke nicht mit gezeichnet worden, dafür aber sind sie nach einem



größern Maasstabe oder Model auf den folgenden Platten dargestellt. Auf Tab. XXVI ist nämlich das Postament oder der Säulenstuhl, und auf Tab. XXVII das Gebälke der toskanischen Säule; auf Tab. XXVIII ist der Säulenstuhl, und auf Tab. XXIX das Gebälke der dorischen Säule; auf Tab. XXX ist der Säulenstuhl und auf Tab. XXXI das Gebälke der jonischen Säule; auf Tab. XXXIV ist der Säulenstuhl der korinthischen und römischen Säule, (denn zu beiden Säulenordnungen gebraucht man ein und denselben Säulenstuhl); auf Tab. XXXVI ist das Gebälke der korinthischen, und auf Tab. XXXVII das Gebälke der römischen Säule dargestellt. Auf den vier Blättern mit den Säulenstühlen sind die verschiedenen Füße, hingegen auf den fünf Blättern mit den Gebälken sind die verschiedenen Kapitäle der dazu gehörigen Säulen gezeichnet worden. Mit derselben Nummer, womit die verschiedenen Säulenordnungen auf Tab. XXV bezeichnet worden sind, sind auch die zu der nämlichen Ordnung gehörigen Postamente und Gebälke auf diesen Blättern bezeichnet worden.

§. 360. Das Postament theilt man, so wie die Säule, in 3 Haupttheile, nämlich 1) in den Fuß, 2) den Würfel, 3) den Deckel. Der auf Tab. XXVI zwischen d und c liegende Raum wird der Fuß, zwischen c und b der Würfel, und der zwischen b und a liegende Raum der Deckel des Säulenstuhls genannt.

§. 361. Auch das Gebälke theilt man in 3 Haupttheile, 1) in den Unterbalken, 2) in den Hauptbalken oder Fries, und 3) in den Kranz. Der auf Tab. XXVII zwischen d und c liegende Raum heist der Unterbalken, der zwischen c und b liegende der Hauptbalken oder Fries, und der zwischen b und a liegende Raum heist der Kranz. Die am Säulenstuhle und Gebälke der toskanischen Säule gegebene Eintheilung gilt auch von den übrigen Säulenordnungen, doch die Bezeichnung dieser Eintheilung ist bei den andern Platten nicht wiederholt worden.

§. 362. Die architektonischen Glieder, durch die das Postament, die Säule und das Gebälke verziert werden, können ihrer Form nach in gerade, oder in solche, deren Umriß aus geraden Linien und rechten Winkeln besteht, und in runde, oder in solche, die nach einem Zirkelstücke ausgearbeitet sind, welche bald einwärts, bald auswärts gebogen erscheint, eingetheilt werden. Das Zeichnen der geraden Glieder bedarf keiner Beschreibung, zu den runden Gliedern ist aber die Konstruktion auf Tab. XXIII angegeben worden. Diese Konstruktion ist nicht bloß auf solche Glieder anwendbar, die in gerader Richtung fortlaufen, wie z. B. am Postamente und am

Gebälte, sondern auch auf solche; die in gekrümmter Richtung gehen, z. B. wie am Fuße und Kapitale der Säule; denn die auf Tab. XXIII gezeichneten senkrechten Durchschnitte der verschiedenen runden Glieder, werden immer dieselben seyn, das Glied mag nun in gerader oder gekrümmter Richtung fortlaufen. Bei der gekrümmten Richtung muß man sich nämlich die Durchschnitte in ihrer verlängerten Richtung durch die Ase der Säule gehend denken.

Fig. 79  
und 80.

§. 363. Fig. 79 wird eine Kehlleiste und Fig. 80 eine Rinnleiste oder Karnies genannt. Beide architektonische Glieder werden auf gleiche Weise konstruirt, denn beide unterscheiden sich nur dadurch, daß bei Fig. 79 der obere Bogen *ad* ausspringend, der untere Bogen *db* einspringend ist; aber bei Fig. 80 der einspringende Bogen oben, und der ausspringende unten steht. Man konstruirt dieselben, indem man die beiden Endpunkte des Gliedes *a* und *b* durch eine gerade Linie verbindet, diese in *d* halbirte und alsdann mit der Zirkelöffnung *ad* von *a* und *d* auf der einen, und von *d* und *b* auf der andern Seite der Linie *ab* Bogen beschreibt, durch welche man die beiden Durchschnittpunkte *c* und *c* erhält, aus denen man alsdann die beiden Bogen *ad* und *db* beschreiben kann. Zuweilen springt bei diesen Gliedern der Punkt *a* etwas mehr, zuweilen etwas weniger vor dem Punkte *b* vor, die Konstruktion bleibt aber stets die nämliche.

Fig. 81  
und 82.

§. 364. Wenn diese beiden architektonischen Glieder stärker ausgeschweift gezeichnet werden sollen, so konstruirt man dieselben noch auf eine andre Weise, die aber nur in dem Falle anwendbar ist, wenn der Punkt *a* so viel vor dem Punkte *b* vorspringt, als die Höhe des Gliedes beträgt, das heißt, wenn die auf den Punkt *b* errichtete Perpendikularlinie *bf* gleich ist *fa*. Man theile nämlich in Fig. 81 und 82 die Linien *fa* und *fb* durch die Punkte *g* und *c* in gleiche Theile, ziehe durch diese und durch die Punkte *a* und *b* Parallelen mit *fb* und *fa*, und beschreibe aus den beiden Punkten *c* und *c* mit dem Radius *ac* die Bogen *ad* und *db*, so ist die Konstruktion fertig. Diese Bogen sind der vierte Theil einer Kreislinie, bei der vorigen Konstruktion betragen sie den sechsten Theil derselben.

Fig. 83

§. 365. Fig. 83 wird ein Wulst oder Viertelstab genannt. Wenn der Punkt *a* vor dem Punkte *b* eben so weit vorspringt, als die Höhe des Gliedes beträgt; so konstruirt man dieses Glied, indem man auf *b* die Perpendikularlinie *bc* errichtet, wodurch *ca* gleich *cb* gemacht wird, und alsdann mit dem Halbmesser *ca* oder *cb* den Viertelbogen *ab* beschreibt.

Fig. 84.

§. 366. Fig. 84 ist ebenfalls ein Wulst, aber mit einem flachern Bogen, der da angewendet wird, wo der Vorsprung größer als die Höhe des Gliedes ist. Man konstruirt dieses



Glied, indem man mit der Zirkelöffnung ab aus den Punkten a und b zwei Bogen beschreibt, die sich in c schneiden, und alsdann aus c den Bogen ab beschreibt, welcher den sechsten Theil einer Kreislinie beträgt.

§. 367. Fig. 85 wird der Pfuhl genannt. Dieses Glied wird konstruirt, indem man seine Höhe ab durch den Punkt c in die Hälfte theilt, und mit dem Halbmesser ac aus dem Punkte c den Halbkreis adb beschreibt. Ist dieses Glied sehr schmal, so wird es ein Rundstab, oder Stab, oder Reif genannt, befindet es sich unter dem Kapitale an dem Halse der Säule, so wird es „der Ring“ genannt.

Fig. 85.

§. 368. Fig. 86 nennt man eine Hohlleiste oder Hohlkehle, und wird konstruirt, indem man den Vorsprung bc gleich macht ac der Höhe des Gliedes, und alsdann aus c den Viertelkreis ab beschreibt.

Fig. 86.

§. 369. Fig. 87 wird eine Einziehung genannt. Dieses Glied kommt am Fuße der jonischen und korinthischen Säule vor. Um es zu konstruiren, theile man seine Höhe ae in 3 gleiche Theile, aus dem obern Theilungspunkte c schneide man die Länge von 2 Theilen auf der obern durch a gezogenen Horizontallinie ab, so daß also  $cc' = ce$  wird, verlängere  $cc'$  bis d, und beschreibe mit dem Halbmesser ca den Bogen ad. Weil nun  $cc' = ce$  und  $cd = ca$  ist, so muß auch  $c'd = ea$ , folglich auch gleich  $c'b$  seyn, und der mit dem Halbmesser  $c'd$  oder  $c'b$  gezogene Bogen db wird die Konstruktion dieses Gliedes vollenden. Der Vorsprung des Punktes b vor a, oder die Linie  $ac'$  verhält sich zu ae, oder zur Höhe des Gliedes, wie 17 zu 30. Soll der Vorsprung etwas größer werden, so nehme man ca etwas kleiner als den dritten Theil der ganzen Höhe ae an, wodurch b weiter vorspringen wird, und umgekehrt, soll der Vorsprung etwas kleiner werden, so muß ca etwas größer als der dritte Theil von ae angenommen werden.

Fig. 87.

§. 370. Das architektonische Glied, welches die Sturzrinne genannt wird, und am Fuße des Säulenfußes der jonischen und korinthischen Säule vorkommt, ist ein umgekehrter Karnies, und wird folglich auf dieselbe Weise konstruirt, wie bei Fig. 80 und Fig. 82 angegeben worden ist; da zwischen dem Karnies und der Sturzrinne nur dieser Unterschied Statt findet, daß bei der Sturzrinne der vorspringende Punkt a auf der untern Horizontallinie, und der zurückspringende Punkt b auf der obern Horizontallinie sich befindet, hingegen dies bei Fig. 80 oder Fig. 82 umgekehrt ist.

§. 371. Mehrere von diesen Gliedern, deren Konstruktion jetzt gezeigt worden ist, werden auch verziert. Die gewöhnlichsten Verzierungen derselben sind runde und längliche Perlen, Schlangeneier und Blätter. Häufig findet man auch an den

Säulen der alten Griechen und Römer Verzierungen, hauptsächlich am Fries, die aus Zusammenstellungen von menschlichen und thierischen Körpern, oder aus Blumengehängen, oder aus Arabesken bestehen; doch um dieselben gut zeichnen zu können, muß man hinlängliche Kenntniß und Übung in der freien Handzeichnung besitzen, weshalb auch über das Zeichnen dieser Verzierungen, als nicht, hieher gehörig, nichts weiter gesagt werden kann.

§. 372. Runde und längliche Perlen können bei einem großen Model mit dem Zirkel gezeichnet werden, da der Umriss jeder Perle eine Kreislinie ist, und die länglichen Perlen aus zwei Parallelen bestehen, die auf beiden Seiten durch Halbkreise geschlossen sind. Allein bei einem sehr kleinen Model ist es schwierig, und wenn dessen Größe immer mehr abnimmt, so ist es am Ende unmöglich, mit dem Zirkel und der Bleistift-Hülse oder der Ziehfeder ganz kleine Umkreise zu ziehen, und man muß dieselben aus freier Hand zeichnen.

Fig. 95.

§. 373. Zur Konstruktion des Schlangeneies theile man die ganze Höhe  $ae$  in sechs gleiche Theile, so daß  $ab = bd = de$  jedes zwei Theile, und  $ac = ce$  jedes drei Theile enthält. Aus  $b$  beschreibe man mit dem Radius  $ab$  den Halbkreis  $fag$ , und aus  $g$  und  $f$  mit dem Radius  $fg$  ( $= 4$  Theile) die Bogen  $fh$  und  $gi$ , man ziehe alsdann aus  $f$  und  $g$  durch  $d$  gerade Linien, so werden diese die beiden Bogen in  $h$  und  $i$  abschneiden, und der aus  $d$  mit dem Radius  $dh = di$  beschriebene Bogen  $hki$  wird die Konstruktion des Schlangeneies vollenden. Zur Konstruktion der Kapsel, in welcher das Ei liegt, mache man  $pa = qa$  jedes gleich 5 Theile, ziehe von  $p$  und  $q$  durch  $c$  gerade Linien, und beschreibe aus  $c$  mit dem Radius  $ck$  den Bogen  $lko$ , der von den Linien  $qo$  und  $pl$  begränzt wird. Man schlage alsdann aus  $q$  und  $p$  mit dem Radius  $qo = pl$  die Bogen  $or$  und  $ls$ ; so ist  $rokls$  die innere Grenze der Kapsel. Die äußere Grenze ist der Halbkreis  $ten$ , aus dem Mittelpunkte  $b$  mit dem Radius  $be = 4$  Theile gezogen.

Fig. 96.

§. 374. Um das Blatt zu konstruiren, theile man eben; falls die Höhe  $ad$  in 6 gleiche Theile, so daß  $ab = 2$  Theile und  $ac = 3$  Theile ist. Nun ziehe man durch  $b$  und  $c$  Horizontallinien  $ol$  und  $ek$ , mache  $ob = bl$  jedes  $= 4$  Theile, und  $ec = cf = ca$ , folglich jedes gleich 3 Theile; schlage alsdann aus  $e$  und  $f$  die Viertelskreise  $ci$  und  $ck$ , so werden dieselben den obern Theil des Blattes begrenzen. Von  $c$  aus trage man nach  $g$  und  $h$   $1\frac{1}{2}$  Theile  $ab$ , und ziehe  $gl$  und  $ho$ , schlage dann mit einem Radius, der 2 Theilen gleich ist, aus  $d$  den Bogen  $st$ , und schneide diesen Bogen von  $h$  aus mit der Zirkelöffnung  $= 4$  Theilen in  $s$ , und von  $g$  aus mit derselben Zirkelöffnung in  $t$  ab. Zieht man nun mit dem Radius  $= 2$  Theile die Bogen  $xu$  aus  $g$ ,  $ud$  aus  $t$ ,  $dr$  aus  $s$ ,  $rq$  aus  $h$ , so werden diese Bo-



gen in r und u zusammentreffen, da  $hs$  und  $gt = 4$  Theilen sind. Nun schlage man noch aus l und o mit dem Radius  $lx = oq$  die Bogen  $xy$  und  $qp$ , so ist das ganze Blatt begrenzt, und das folgende schließt sich eben so wieder an.

§. 375. Auf Tab. XXXV sind zwei mit Nr. I bezeichnete Schlangeneier mit der nämlichen Konstruktion, aber nach einem kleineren Model als Fig. 95 gezeichnet worden, außerdem neben diesen zwei andre mit Nr. II bezeichnete, deren Form etwas verschieden von der der Fig. 95 ist, weil die Schlangeneier zuweilen auch unter dieser Form an den Säulen und ihren Gebälken vorkommen. Dies ist der Fall auch mit Nr. III und Nr. IV. Die mit Nr. III bezeichneten beiden Blätter sind nach derselben Konstruktion, aber nach einem kleineren Model als das Blatt in Fig. 96 gezeichnet worden. Die mit Nr. IV bezeichneten beiden Blätter weichen in ihrer Form von den erstern etwas ab, werden aber oftmals auch unter dieser Form zur Verzierung der architektonischen Glieder angewendet.

§. 376. Es ist dem Anfänger sehr zu rathen, so bald er die in Fig. 95 und Fig. 96 angegebenen Konstruktionen nach demselben, oder nach einem größeren Model, auch ohne Vorzeichnung zeichnen kann, daß er sich einübe, diese mit Nr. I, II, III und IV bezeichneten Schlangeneier und Blätter aus freier Hand zu zeichnen, weil es sehr oft vorkommt, diese Verzierungen der architektonischen Glieder nach einem noch kleinern Model zeichnen zu müssen, als der ist, nach welchem dieselben auf den jonischen, korinthischen und römischen Gebälken Tab. XXXI, XXXVI und XXXVII dargestellt sind, indem bei einem sehr kleinen Model der Zirkel zur Zeichnung dieser Verzierungen wenig oder gar nicht mehr gebraucht werden kann. Wer sich aber dieselben, so wie die runden und länglichen Perlen, und die auf Tab. XXIII gezeichneten Durchschnitte der runden architektonischen Glieder nach einem großen Maasstabe eingeübt hat, wird sie desto besser nach einem kleinern Maasstabe auch aus freier Hand zeichnen können. Dies gilt auch von der Schnecke oder Volute, womit die Kapitäle der jonischen, korinthischen und römischen Säule verziert werden, deren Konstruktion auf Tab. XXIV in einem großen Maasstabe angegeben ist.

§. 377. Die Entfernung vom Anfangspunkte a der Schneckenlinie bis zum Mittelpunkte derselben o theile man in 16 Theile. Da  $ao$  gleich 6 Part des zwölftheiligen Models ist, so ist jeder der 16 Theile  $\frac{3}{8}$  Part groß. Von o trage man nach oben und nach unten einen solchen Theil, nämlich man mache  $o1 = o4 = \frac{3}{8}$  Part und errichte auf die Linie 1, 4 das Quadrat 1, 2, 3, 4. Ferner ziehe man die Linien  $o2$  und  $o3$ , und theile die Linie  $o1$  durch die Punkte 5, 9, und die Linie  $o4$  durch die Punkte 12, 8 in drei gleiche Theile. Durch diese Theilungs-

Tab.  
XXIV.

punkte ziehe man die Horizontallinien 1b, 5f, 9k, 11m, 7h, 3d, und durch die Durchschnittpunkte 11, 7, 3 die Perpendiculararlinien 10l, 6g, 2c. Darauf beschreibe man aus dem Punkte 1 mit dem Radius a1 den Bogen ab; dann aus dem Punkte 2 mit dem Radius 2b den Bogen bc; dann aus dem Punkte 3 mit dem Radius 3c den Bogen cd, und so fort aus den übrigen Punkten 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 die Bogen de, ef, fg, gh, hi, ik, kl, lm und mn, und beschließe die Schnecke durch den aus dem Mittelpunkte o mit dem Radius ou gezogenen Kreis.

§. 378. Auf die nämliche Verfahrungsart konstruirt man die innere Schnecke, welche nebst den dazu erforderlichen Hülfslinien auf Tab. XXIV punktirt gezeichnet worden ist, damit man dieselben von der äußern Schnecke und deren Hülfslinien desto leichter unterscheiden kann.

§. 379. Diese architektonischen runden Glieder und ihre Verzierungen, deren Konstruktion von §. 362 bis hieher beschrieben worden ist, wechseln mit den geraden Gliedern an den Säulenstählen, den Säulen und ihrem Gebälke ab. Es wird nicht überflüssig seyn, die Reihesfolge dieser Glieder am Gebälke wenigstens von einer der fünf Säulenordnungen, z. B. der jonischen, namentlich aufzuführen. Auf Tab. XXXI ist das jonische Gebälke dargestellt; die daran befindlichen Glieder heißen der Reihesfolge nach folgendermaßen. Nr. 1 heißt ein Riemen, der aber hier als das oberste Glied des Gebälkes der Ueberschlag genannt wird. Der Name Riemen bedeutet eigentlich ein schmales flattes Glied, das gebraucht wird, um zwei größere Glieder besser von einander getrennt erscheinen zu lassen. Nr. 2 heißt die Kinnleiste (siehe §. 363). Nr. 3 ein Riemen. Nr. 4 ein Viertelstab oder Wulst (siehe §. 365), der mit Blättern verziert ist. Nr. 5 heißt die Kranzleiste. Nr. 6 ein Wulst, der mit Schlangeneiern verziert ist. An dem dorischen und korinthischen Gebälke kommt zwischen der Kranzleiste und dem Wulste, nämlich zwischen Nr. 5 und Nr. 6 noch ein Leisten, auf dem in Zwischenräumen Dielen oder Sparrenköpfe als Verzierung angebracht sind, die bei dem dorischen ganz glatt, bei dem korinthischen Gebälke aber durch eine kleine Schnecke oder Volute und ein Akanthusblatt verziert sind (man sehe Tab. XXIX und XXXVI). Nr. 7 ist ein Rundstab (siehe §. 367). Nr. 8 ein Riemen. Nr. 9 eine Leiste, auf der in gleichen Zwischenräumen Parallelepipeden stehen, die man Zahnschnitte nennt, welche bei dem toskanischen und dorischen Gebälke fehlen, sich aber an dem korinthischen und römischen befinden. Nr. 10 ist ein Riemen. Nr. 11 heißt eine Kehlleiste, die mit Blättern verziert ist (siehe §. 363). Der mit Nr. 12 bezeichnete Raum ist der Hauptbalken oder Fries. Von einigen Baumeistern



wird das 10te und 11te Glied auch schon zum Fries gerechnet. Bei dem dorischen Gebälke kommt eine Verzierung am Fries vor, die man Triglyphen oder Dreischlitze nennt. Die Zwischenräume von einem Triglyphen zum andern heißen Metopen. Unter den Triglyphen ist noch eine Verzierung, in Form kleiner abgestumpfter Kegel, die man Wassertropfen nennt, sich an dem Unterbalken befinden, und von den darüber stehenden Triglyphen durch ein Band getrennt sind (siehe Tab. XXIX). Nr. 13 ein Riemen. Nr. 14 eine Kehlleiste mit Blättern verziert. Nr. 15, 16 und 17 heißen Bänder. Bei der korinthischen und römischen Ordnung sind diese Bänder durch eine Verzierung von kleinen Blättern oder Perlen getrennt.

§. 380. Es ist unnöthig, die Reihenfolge der Glieder an den Gebälken der andern Säulenordnungen, oder der am Kapitale und Fuße der Säule, oder der an den Postamenten vorkommenden Glieder namentlich aufzuführen, da das, was vom jonischen Gebälke im vorigen Paragraphen gesagt worden ist, hinreicht, auch bei den Gebälken der andern Säulenordnungen und deren Säulenstüben die Benennung ihrer Glieder selbst auffinden zu können.

§. 381. Die auf Tab. XXXI vorgestellte Seite des jonischen Kapitals hat eine ganz andre Form, als die beiden neben liegenden Seiten. Fig. 88 auf Tab. XXXII giebt eine Abbildung von der Seitenansicht des auf Tab. XXXI dargestellten jonischen Kapitals, und §. 89 stellt den Grundriß davon dar. Man muß sich diesen Grundriß so denken, als sähe man das Säulenkapital, nebst einem Theil des Säulenschaftes von unten nach oben. Auf Tab. XXXI ist das Kapital so vorgestellt, daß die Sehelinien die Richtung von a nach b haben (s. Fig. 89), hingegen auf Tab. XXXII Fig. 88 haben die Sehelinien die Richtung von c nach b.

§. 382. Zuweilen bedient man sich einer Verzierung zum Säulenschaft, die nicht blos bei der jonischen, sondern auch bei der korinthischen und römischen Ordnung angewendet wird; sie ist auf dem Säulenschaft Fig. 88 dargestellt. Diese Verzierung besteht aus halbrunden Vertiefungen, welche längst dem Säulenschaft herab gehen, und „Krinnen“, gewöhnlicher „Kanelüren“ genannt werden. So wie die Säule selbst die Nachahmung eines Baumstammes ist, so sollen die Kanelüren wahrscheinlich eine Nachahmung der Baumrinde seyn. Um dieselben im Aufrisse so zu zeichnen, daß das Schmälerwerden der Kanelüren nach dem Rande des Säulenschaftes zu richtig ausgedrückt ist; so muß man sie vorher im Grundrisse konstruiren, so wie dies in Fig. 89 geschehen ist, und von da ihre richtige Lage in dem Aufrisse bestimmen. Um die Kanelüren in dem Grundrisse zu konstruiren, muß man auf die Kreislinie,

Fig. 88  
und 89.

welche der Grundriß des Säulenschaftes ist, 24 gleich weit von einander abstehende Punkte herumtragen, (so wie dies zur Konstruktion eines Vierundzwanzigecks §. 58 angezeigt worden ist) und von diesen 24 Punkten aus muß man mit gleichem Radius (mit Berücksichtigung der nöthigen Zwischenräume) 24 kleine Halbkreise auf die Zirkelfläche beschreiben, so sind diese Halbkreise die Grundrisse der Kanelüren.

§. 382. Da der Schaft der Säule an seinem obern Ende schmaler, als am untern ist (siehe §. 357), so muß man, wenn eine ganze Säule gezeichnet werden soll, für das obere Ende des Säulenschaftes einen kleinern Grundriß konstruiren, dessen Umkreis der obern Säulendicke gleich ist. Aus diesem Grundrisse bestimmt man durch Perpendikularlinien die Breite der Kanelüren und die Abnahme ihrer Breite nach dem Rande des Säulenschaftes zu, und vereinigt die am obern und untern Ende der Säule bezeichneten Punkte durch Linien; so werden die Kanelüren nach dem obern Ende der Säule hin in eben dem Verhältnisse an Breite abnehmen, als der Durchmesser der Säule an Länge abnimmt.

§. 383. Die Lage der Schlangeneier am Wulste des Kapitals der jonischen Säule ist so, daß, wenn man die Axen der Schlangeneier verlängert, diese in einem Punkte der Säulensaxe zusammentreffen, welcher ohngefähr 1 bis 2 Model von der obern Linie des Wulstes entfernt liegt. Um nun die richtige Lage ihrer Axen im Aufrisse zu bestimmen, muß man die Punkte in welchen die Axen der Schlangeneier die obere Linie des Wulstes treffen, aus dem Grundrisse in den Aufriß konstruiren, und von da nach dem oben beschriebenen Punkte in der Säulensaxe Linien ziehen, durch welche die richtige Lage der Axen der Schlangeneier bestimmt wird. Hat man erst ihre richtige Lage gefunden, so ist es nicht schwierig, zumal bei einem kleinern Model die Schlangeneier und ihre Kapseln aus freier Hand fertig zu zeichnen.

Fig. 90  
und 91.

§. 384. Auf Tab. XXXIII ist ein anderes Kapital der jonischen Säule im Grund- und Aufrisse dargestellt worden, das öfter gebraucht wird, als das auf Tab. XXXII dargestellte ursprüngliche Kapital dieser Säulenordnung. Soll durch die Zeichnung eine deutliche Vorstellung der Form, Größe und Lage aller Theile dieses Kapitals gegeben werden, so, daß man dasselbe aus der Zeichnung in die Natur übertragen könnte; so ist dazu der Grundriß eben so unentbehrlich als der Aufriß. Auch hier ist, wie bei dem Kapital auf Tab. XXXII, der Grundriß so gezeichnet worden, daß die Gehelinien von unten nach oben gehen. Bei dem Kapitale Tab. XXXII ist die Platte, welche dasselbe deckt, ein Quadrat, die eine Seite desselben und die Ebene, in der die Voluten sich befinden, haben mit dem Gebälke



eine parallele Richtung (siehe Fig. 89). Bei dem auf Tab. XXXIII dargestellten Kapitale sind die Ecken der Platte abgestumpft, die Seiten ausgeschweift, und die Mittellinie der Voluten ist parallel mit der Diagonale der Platte. Damit man nun diese Verschiedenheit der Form von den Platten beider Kapitale gegen einander beurtheilen könne, so sind auf der Hälfte des Grundrisses bei Fig. 91 alle Verzierungen und Glieder weggelassen worden, welche bei dieser Ansicht des Kapitals die Platte verdecken würden, so, daß man nun daselbst die gebrochene Ecke und die Ausschweifung der Platte sehen kann. Diese Ausschweifung ist das Stück eines Bogens, dessen Radius 4 Model lang ist.

§. 386. Um die Schneckenlinie am Grundrisse des jonischen Kapitals, wie dieselbe Fig. 91 dargestellt ist, zu konstruiren, so zeichne man erst nebenbei eine Schneckenlinie, Fig. 92 A, wie sie auf Tab. XXIV angegeben worden ist. Die Schneckenlinie bei diesem in Fig. 90 und Fig. 91 vorgestellten jonischen Kapitale liegt aber nicht in einer Ebene, wie dies bei der auf Tab. XXXI und Fig. 88 und Fig. 89 dargestellten Schneckenlinie der Fall ist, sondern sie erhebt sich nach ihrer Mitte zu ganz gleichmäßig über diese Ebene, in welcher ihr Anfangspunkt liegt. Um dieses gleichmäßige Erheben der Schneckenlinie über die Ebene zeichnen zu können, muß man auf die in Fig. 92 A gezeichnete Schneckenlinie mit einer beliebigen Zirkelöffnung so kleine Theile herumtragen, daß der Unterschied zwischen einem so kleinen Theile der krummen Schneckenlinie und einer geraden Linie dem Auge wenig oder gar nicht bemerkbar ist. Eine beliebige Anzahl dieser Theile nehme man wieder als einen größern Theil der Schneckenlinie an, und bezeichne die Stelle, wo diese angenommene Anzahl kleiner Theile hintreffen, jedes Mal mit einem Buchstaben oder einer Zahl. Bei Fig. 92 A z. B. besteht das Stück der Schneckenlinie vom Punkte 1 bis zum Punkte 2 aus zwölf dergleichen kleinen Theilen, vom Punkte 2 bis zum Punkte 3 wieder aus zwölf kleinen Theilen, und so fort bis zum Punkte 8, der sich fast am Ende der Schneckenlinie befindet.

§. 387. Man ziehe nun neben der Schneckenlinie A die Perpendikularlinie ab, welche hier das Profil der Schneckenlinie vorstellt, wenn dieselbe noch ganz in einer Ebene liegt. Man bestimme nun die Höhe, in welcher sich die Schneckenlinie über die Ebene erheben soll, welche hier 2 Part beträgt, und theile diese Höhe oder diese 2 Part in einen Theil weniger, als man auf der Schneckenlinie A gleichweit entfernte Punkte angenommen hatte, nämlich in 7 Theile, denn auf der Schneckenlinie waren 8 Punkte bezeichnet. Aus allen 8 bezeichneten Punkten der Schneckenlinie A ziehe man nun Horizontallinien

nach der Linie ab, lasse aber die aus 2 gezogene  $\frac{1}{2}$ , die aus dem Punkte 3 gezogene  $\frac{2}{3}$ , die aus 4 gezogene Horizontallinie  $\frac{3}{4}$  u. s. f., folglich die aus dem Punkte 8 gezogene Horizontallinie  $\frac{7}{8}$ , oder die ganze Höhe = 2 Part von der Linie ab absteigen. Wenn man alsdann die Endpunkte dieser Horizontallinien durch eine aus freier Hand gezogene Linie verbindet, mit Berücksichtigung der Punkte, wo die Schneckenlinie sich zurückwendet, die in Fig. 92 durch die punktirten horizontalen Linien und durch die Punkte c, e, f, g, h, i angedeutet worden sind; so kann es keinem Zweifel unterworfen seyn, daß die, aus dem Punkte a durch die Punkte 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, i gezogene Linie die Schneckenlinie A in Profil gezeichnet darstellt, wie sich dieselbe nach ihrer Mitte zu gleichmäßig von der Ebene erhebt. Die im Profil gezeichnete Ebene ab, über die sich die Schnecke erhebt, soll aber auch noch im Grundrisse so dargestellt werden, als bildete sie sammt der Schnecke mit der, auf die Diagonallinie der Platte senkrecht gestellten Ebene denselben Neigungswinkel, welchen die Linie ab zur Linie ac in Fig. 92 bildet. Nun stelle man sich vor, als wäre die Ebene ab mit der auf ihr befestigten Schnecke im Punkte 4, wie um ein Scharnier so weit herumgedreht, bis die Ebene ab die Richtung der Linie cd bekommen hätte; so ist einleuchtend, daß alle mit 1, 2, 3 u. s. f. bis 8 bezeichneten Punkte der Schnecke durch diese Bewegung so weit von ihrer Stelle gerückt wären, als das Stück der, aus diesen Punkten auf die Linie cd senkrecht gezogenen Linien, zwischen den beiden Linien ab und cd beträgt; folglich, wenn die Linie pq den Grundriß der Ebene ab bedeutet, und aus allen bezeichneten Punkten von 1 bis 8 der Schneckenlinie A Perpendikularlinien auf pq gezogen werden, auf welche man von pq aus die Entfernungen der Punkte 1 und 1, 2 und 2, 3 und 3, 4 und 4 u. s. w. von der Profilzeichnung abträgt, nämlich auf die aus dem Punkte 1 gezogene Perpendikularlinie die Entfernung 1 bis 1, auf die aus dem Punkte 2 gezogene die Entfernung 2 bis 2 u. s. w., wenn man alsdann die bezeichneten Punkte durch eine Linie aus freier Hand verbindet, so hat man den Grundriß der Schneckenlinie gezeichnet, welche sich nach ihrer Mitte zu gleichmäßig über die Ebene erhebt, und überdies mit der, auf pq senkrecht gestellten Ebene denselben Neigungswinkel bildet, den die Linie ab zur Linie cd in der Profilzeichnung hat.

§. 388. Beim Zeichnen dieses Grundrisses und des Profils der Schneckenlinie ist es ebenfalls nothwendig, außer den mit 1, 2, 3 u. s. w. bezeichneten Punkten auch diejenigen Punkte durch Tangenten in den Grundriß zu konstruiren, in denen sich die Schneckenlinie zurückwendet. Diese Tangenten sind in Fig. 92, um sie leichter von den andern Linien unterscheiden zu könn:



nen, punktirt gezeichnet worden. In der Profilzeichnung der Schneckenlinie berührt die im Profil gezeichnete Ebene *dc* die Schneckenlinie im Punkte *t*; folglich muß die im Grundrisse gezeichnete Schneckenlinie auch von der Linie *pq* im Punkte *t* berührt werden, weil *pq* der Grundriß der Ebene *dc* ist. Wer die Schneckenlinie genauer, oder in einem größern Maasstabe unter den oben angegebenen Bedingungen im Grundrisse zeichnen will, muß sich mehr als 8 Punkte in der Schneckenlinie bestimmen, hier waren diese 8 Punkte zur Erklärung hinreichend, und noch mehr Konstruktionslinien würden eher eine Verwirrung und Undeutlichkeit veranlaßt haben.

§. 389. Den Aufsriß der Schneckenlinie Fig. 90 erhält man, indem man eine Schneckenlinie, wie sie in Fig. 92 A gezeichnet worden ist, nebenbei zeichnet, alsdann auf derselben nach der oben beschriebenen Weise die Punkte 1, 2, 3 u. s. w. bestimmt, und durch diese Punkte Horizontallinien in den Aufsriß zieht. Konstruirt man nun aus denselben Punkten des Grundrisses Perpendikularlinien in den Aufsriß, bis diese die Horizontallinien schneiden, und verbindet man alsdann die erhaltenen Durchschnittspunkte durch eine aus freier Hand gezogene Linie, mit Berücksichtigung der durch Tangenten gefundenen Wendepunkte der Schneckenlinie; so hat man den Aufsriß der Schneckenlinie, wie sie in Fig. 90 dargestellt ist, gezeichnet.

§. 390. Auf Tab. XXXVI ist das Kapital und Gebälke der korinthischen Säule dargestellt. Die vordere Seite der Sparrenköpfe unter der Kranzleiste hat fast dieselbe Verzierung welche das auf Tab. XXXII Fig. 88 und 89 dargestellte Kapital der jonischen Säule hat. An dem einen Sparrenkopfe, der auf der, mit den Gehelinen parallelen Seite des Gebälkes liegt, sieht man auch die Verzierung desselben auf dessen Seite.

§. 391. Nicht nur um eine deutliche Vorstellung von der Zusammensetzung und Lage der vielerlei Theile am Kapitale der korinthischen Säule zu bekommen, sondern auch um den Aufsriß dieses Kapitals, wie dasselbe Tab. XXXVI dargestellt ist, zeichnen zu können, ist es nothwendig, den Grundriß davon wie den in Fig. 94 zu zeichnen. Man muß sich auch bei dieser Darstellung, wie dies schon bei den Grundrissen des jonischen Kapitals Fig. 89 und Fig. 91 (siehe §. 381 und §. 385) gesagt worden ist, vorstellen, daß die Gehelinen die Richtung von dem untern Theile der Säule nach dem Kapitale zu haben. Dieser Grundriß des korinthischen Säulenkapitals ist durch die Linien *ab* und *cd*, welche beide durch die Axe der Säule gehen, und sich rechtwinklig schneiden, in vier gleiche Theile getheilt, von denen jedes Viertel mit einem der Buchstaben A, B, C und D bezeichnet ist. Nachdem man von dem Punkte *e* aus, (welcher die Projektion der Säulenaxe im Grundrisse ist), nach den

Fig. 93  
und 94.

Punkten a, b, c und d hin die Größe der halben Platte = 2 Model abgetragen, und von b nach f, von d nach g und so fort bei den übrigen Ecken die halbe Breite der abgestumpften Ecken der Platte angegeben hat; so nehme man die Entfernung der Punkte f und g in den Zirkel, konstruire das gleichseitige Dreieck fgh, und beschreibe aus h den Bogen gif, so hat man die Ausschweifung der einen Seite der Platte konstruirt. Auf gleiche Weise zeichnet man die Ausschweifung der übrigen drei Seiten der Platte.

§. 392. Man muß sich den in vier Theile getheilten Grundriß als vier verschiedene Zeichnungen denken, indem auf jedem Viertel eine andre an diesem Kapitale vorkommende Verzierung im Grundrisse dargestellt ist, und weil ein Viertelkapital eben so wie die andern Viertelkapitale verziert ist, so war es nur nöthig eins davon darzustellen.

§. 393. In dem Viertelgrundrisse A sind alle andern Verzierungen weggelassen, und nur die 6 Viertelkreise k<sub>1</sub>, l<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>, n<sub>4</sub>, o<sub>5</sub>, p<sub>6</sub> aus dem Mittelpunkte e beschrieben worden, welche angeben, wie weit die am Kapitale befindlichen Glieder und Blätter vor dem Schaft der Säule vorspringen. Der Viertelkreis k<sub>1</sub> giebt nämlich die Dicke des Säulenschaftes an, l<sub>2</sub> giebt den Abstand des Riemen, m<sub>3</sub> den des Ringes, n<sub>4</sub> den des Wulstes unter der Platte, so wie o<sub>5</sub> den Abstand vom Säulenschaft der untern, und p<sub>6</sub> den der obern Reihe Akanthusblätter an, wie man dies auch deutlicher aus den von diesen Viertelkreisen in den Aufriß gezogenen Perpendikularlinien sehen kann.

§. 394. In dem Viertelgrundrisse B ist die Verzierung q, q mit ihren 2 Blättern angegeben, von denen das eine Blatt die große, das andere die kleine Schnecke unterstützt, und auch im Aufrisse Fig. 93 mit q bezeichnet ist. In dem Viertelgrundrisse C ist die Lage der großen und kleinen Schnecke angegeben, die in B dargestellte Verzierung aber weggelassen worden, weil diese sonst die Schnecken bei der Ansicht von unten nach oben fast gänzlich bedecken würde. In dem Viertelgrundrisse D ist nur der Vorsprung der untern und obern Reihe Akanthusblätter und ihre Vertheilung und Stellung um das Säulenkapital herum angegeben worden. Diese Blätter bedecken bei der Ansicht von unten nach oben die in den Viertelgrundrisßen A, B und C dargestellten Glieder, Verzierungen und Schnecken.

§. 395. Die Hälfte des Kapitals im Aufrisse ist so dargestellt, als wenn dasselbe von einer gegen die Schelinten rechtwinklig gerichteten Fläche durchschnitten wäre. Mit Hülfe dieses Durchschnittes wird es sogleich anschaulich und meßbar, unter welcher Biegung die Akanthusblätter, die Voluten, und die mit q bezeichnete Verzierung an dem Säulenstamme beses-



stigt sind, und unter welchem Bogen sie sich von demselben abbiegen. Eine von der abgestumpften Ecke der Platte nach dem Ringe gezogene gerade Linie  $rs$  giebt an, wie weit die Voluten und die beiden Reihen der Akanthusblätter vom Säulenstamme abstehen dürfen.

§. 396. Dieser Aufsriß des korinthischen Säulenkapitals besteht demnach aus zwei verschiedenen Zeichnungen, welche durch eine Mittellinie von einander getrennt sind, denn auf die andere Hälfte des Kapitals ist der unausgeführte Umriss der Akanthusblätter und der der Voluten gezeichnet, deren Stellung aus dem Grundrisse in den Aufsriß konstruirt, und deren Höhe aus dem nebenbei gezeichneten Durchschnitte herüber gezogen worden ist.

§. 397. Wenn man dieses nur zur Hälfte im Umriss gezeichnete korinthische Kapital Fig. 93 mit dem auf Tab. XXXVI fertig abschattirten vergleicht, so wird man leicht den Unterschied zwischen beiden Kapitalern gewahr werden. Dieser Unterschied rührt davon her, daß bei Fig. 93 die Gehelini die Richtung der Linie ab im Grundrisse haben, folglich bekommt bei dieser Richtung die Platte über dem Säulenkapitale die Länge der Linie  $cd$ , da hingegen bei dem Kapitale auf Tab. XXXVI die Gehelini die Richtung von  $h$  nach  $i$  haben, und folglich die Platte über dem Kapitale die Länge der Linie  $fg$  nebst der Breite der abgestumpften Ecken erhält. Will man das Kapital unter der Ansicht zeichnen, die auf Tab. XXXVI vorgestellt ist, so muß man dem Grundrisse eine solche Richtung unter dem Aufsrisse geben, daß die Linie  $fg$  mit der Basis parallel geht.

§. 398. Die obere Hälfte des Kapitals der römischen Säulenordnung (siehe Tab. XXXVII) ist ganz das jonische Kapital Fig. 90, die untere Hälfte des römischen aber ist gleich der untern Hälfte des korinthischen Kapitals, deshalb ist das, was über das Zeichnen des jonischen und korinthischen bereits gesagt worden ist, auch beim Zeichnen des römischen Kapitals anzuwenden, und bedarf keiner Wiederholung.

§. 399. Alle Gegenstände, die von Tab. XXV bis Tab. L dargestellt sind, haben die Eigenschaft, daß, wenn sie durch eine Mittellinie in zwei Hälften getheilt werden, die verschiedenen Theile auf der einen Hälfte denen auf der andern Hälfte in Hinsicht der Form, Größe und Lage, aber in entgegengesetzter Richtung, ganz gleich sind. Diese Eigenschaft nennt man Symmetrie. Von Tab. XXVI bis Tab. XXXV sind diese verschiedenen Gegenstände durch eine solche Mittellinie in 2 Hälften, die sich in entgegengesetzter Richtung ganz gleich sind, getheilt. Bei den übrigen Blättern, wo diese Mittellinie weggelassen ist, kann man sich auch ohne dieselbe auf den ersten Anblick überzeugen, daß die daselbst vorgestellten Gegenstände symmetrisch sind, nur

die Gefäße der 5 verschiedenen Säulenordnungen erscheinen auf diesen Blättern nicht symmetrisch, weil hier nur das eine Ende des Gefäßes, des beschränkten Raumes wegen, darge stellt werden konnte. Ferner ist die auf und unter den Becher gezeichnete Blätterverzierung Tab. XLVI der einzige Gegenstand auf allen den Blättern von Tab. XXV bis Tab. L, der nicht symmetrisch ist. Bei Gegenständen, deren Zweck es erfordert, daß sie symmetrisch seyn müssen, ist es auch beim Zeichnen derselben sehr nothwendig, die Symmetrie nicht zu verletzen. Man muß zu dem Endzwecke jedes Mal die Mittellinie zuerst ziehen, durch welche man zugleich die richtige Stelle der Zeichnung auf dem Papiere bestimmen muß, denn es macht einen sehr unangenehmen Eindruck, wenn der weiße Papierraum, welcher den gezeichneten Gegenstand umgiebt, nicht auch symmetrisch ist. Auf dieser Mittellinie müssen die verschiedenen Entfernungen der Theile und Glieder durch Punkte bestimmt, alsdann durch diese die muthmaßliche Länge der Horizontallinien gezogen, und auf diesen Linien von der Mittellinie aus die gleichen Breiten beider Seiten angegeben werden.

§. 400. Man wollte z. B. das Postament der toskanischen Säule Tab. XXVI zeichnen, so würde zuerst die Mittellinie gezogen werden müssen, so, daß ein gleich großer Raum weißes Papier auf beiden Seiten derselben bliebe. Man denke sich nun daselbst die Buchstaben a, b, c, d zwar auf denselben Horizontallinien aber auf den Punkt versetzt, in welchem diese die Mittellinie schneiden, so würde man zuerst auf dieser Mittellinie den Punkt b, oder einen andern beliebigen Punkt, ohne gefahr auf der halben Höhe des Postaments annehmen, und dann von b aus nach beiden Seiten die Entfernungen bc, bd, ba u. s. w. abtragen müssen. Alsdann müßte man durch die abgetragenen Punkte a, b, c, d u. s. w. Horizontallinien von muthmaßlicher Länge ziehen, und auf dieselben von der Mittellinie aus nach beiden Seiten hin die halbe Breite des Postamentes und die der Glieder desselben abtragen.

§. 401. Diese eben beschriebene Verfahrungsart, symmetrische Gegenstände zu zeichnen, ist die nämliche, man mag nun dieselben selbst erfinden, oder nachzeichnen; deshalb ist sie auf alle in dieser Sammlung von Vorzeichnungen befindliche symmetrische Gegenstände anzuwenden.

§. 402. Je mehr Theile und Glieder abzutragen sind, desto nothwendiger ist es, immer nur von dem einen Punkte b aus alle Entfernungen abzutragen, und sich dazu zu gewöhnen, niemals von b nach c und von c nach d die Entfernungen zu messen und abzutragen, weil sonst jede zufällige Unrichtigkeit der einen Entfernung auch auf die andern fortgeführt wird (siehe §. 50).



§. 403. Es giebt mehrere symmetrische Gegenstände, deren Theile für sich wieder einen symmetrischen Gegenstand ausmachen, z. B. bei der Außenseite eines Hauses sind die Fenster, Säulen u. dgl. m. als Theile dieser Außenseite symmetrisch gestellt, machen aber auch Jedes für sich einen symmetrischen Gegenstand aus (man sehe Tab. XLI bis Tab. XLV). Will man nun eine solche Außenseite des Hauses (gewöhnlich *Façade* genannt) zeichnen, so ist es zweckmäßig von der Mittellinie der *Façade* zuerst die Mittellinien der Fenster, Säulen u. s. w. zu ziehen, und alsdann erst jedem Fenster und jeder Säule auf beiden Seiten ihrer Mittellinie die ihnen zukommende Breite zu geben, weil man auf diese Weise leichter und sicherer die richtige Symmetrie sowohl des Ganzen, als auch der einzelnen Theile erhält.

§. 404. Auf Tab. XLI ist der Aufriss der Hauptseite eines Hauses und der Grundriß desselben gezeichnet worden. Die mit den Buchstaben a, b bezeichnete Seite des Grundrisses ist die, im Aufrisse dargestellte Hauptseite des Hauses. Den Raum, den sowohl die Umfangsmauern, als auch die innern Mauern und Wände eines Hauses einnehmen, pflegt man bei einem Grundrisse schwarz oder doch sehr dunkel zu tuschen, das mit man diese äußern und innern Mauern auf den ersten Anblick von den übrigen Gegenständen, die auf einem Grundrisse gewöhnlich auch angegeben werden müssen, unterscheiden, und dadurch leicht die, innerhalb dieser äußern und innern Mauern befindlichen Zimmer, Kammern, Vorhäuser, Küchen u. s. w. übersehen, und ihre Größen gegen einander vergleichen kann. Treppen, Oefen, der Küchenherd und verschiedene andre Dinge sind dergleichen feststehende Gegenstände, welche man außer den Mauern auf den Grundrissen der Häuser angeben muß, das mit der, welcher nach der Zeichnung die Einrichtung eines Hauses kennen lernen soll, über die gute oder schlechte Anordnung dieser Dinge urtheilen kann, indem von dieser Anordnung viel abhängt, ob eine Wohnung zweckmäßig und bequem seyn soll oder nicht.

§. 405. Alle diese Gegenstände tuscht man auf dem Grundrisse mit einem ungleich blässeren Tone, als die Mauern. Um jene von diesen noch mehr unterscheiden zu können, pflegt man den viereckigen Raum, welchen Oefen und Herde auf der Grundfläche einnehmen, in der Richtung der Diagonale mit zwei in ihrer Dunkelheit nicht sehr unterschiedenen Tönen zu tuschen. Man vergleiche deshalb den Grundriß des Hauses auf Tab. XLI, wo die mit d und d bezeichneten Vierecke die Oefen, und die mit e und f bezeichneten den Backofen und Küchenherd bedeuten. Auch die Schornsteine, (was die, neben den Oefen durch die schwarze Mauer eingeschlossenen hellern Vierecke bedeuten),

Tab.  
XLI.

pflegt man in der Richtung der Diagonale mit zweierlei Tönen zu tuschen. Die hellen Vierecke, durch welche die äußeren Mauern des Hauses im Grundrisse zertheilt sind, bedeuten die Fensteröffnungen. Man übertuscht sie mit einem hellen Tone, zertheilt sie mit einem noch helleren Streifen, der einen schmalen Schlagschatten wirft, und die Fensterschlenge vorstellen soll, da man nun zu den Thüröffnungen das weiße Papier stehen läßt, so unterscheiden sich die Thüren von den Fenstern sogleich.

§. 406. Die Treppen erkennt man schon im Grundrisse, auch ohne Erklärung, leicht als Treppen, was bei den mehrsten andern Gegenständen nicht so der Fall ist. Oft ist es indeß etwas schwierig, aus dem bloßen Umrisse zu bestimmen, bei welchem Ende der Treppe der Ausgang seyn soll, was aber zur Beurtheilung des Grundrisses, ob die daselbst angegebene Einrichtung bequem oder unbequem sey, zu wissen nothwendig ist. Dieser Zweifel findet zwar nicht bei Außentreppen, die zu den Hausthüren führen, wohl aber bei denen im Innern des Hauses Statt. Bei der innern Treppe dieses Grundrisses Tab. XLI kann man zwar schon aus dem bloßen Umrisse beurtheilen, daß die mit 1 bezeichnete Stufe die erste seyn müsse, weil die funfzehnte Stufe an die Wand stößt, und es höchst beschwerlich seyn müßte, von dieser Stufe aus die Treppe zu ersteigen. Oft reicht aber der bloße Umriß nicht hin, um sogleich daraus beurtheilen zu können, wo der Treppenaufgang ist, erst wenn die Stufen richtig abschattirt sind, kann man sogleich wissen, welche Stufe höher und welche niedriger ist. So kann man z. B. sogleich im Grundrisse Tab. XLI aus dem Schlagschatten, den die Stufe Nr. 3 auf Nr. 2, und den Nr. 2 auf Nr. 1 wirft, sehen, daß Nr. 2 höher als Nr. 1, und Nr. 3 höher als Nr. 2 seyn müsse u. s. f., weil die Richtung des Lichtstrahls im Grundrisse ohngefähr die von c nach b ist, und folglich bei dieser Lage der Stufen gegen die Richtung des Lichtstrahls die obere Stufe einen Schlagschatten auf die untere werfen muß. So wie die höher liegenden Stufen ihre Richtung gegen die Lichtstrahlen verändern, so fällt bei der 8ten Stufe der Schlagschatten auf die 7te Stufe weg, und die Kanten der folgenden Stufen werden erleuchtet. Wäre die 15te Stufe diejenige, bei der der Treppenaufgang seyn sollte, und die Lichtstrahlen behielten die Richtung von c nach b, so würde die 7te Stufe einen Schlagschatten auf die 8te, und diese einen auf die 9te Stufe u. s. w. werfen, und die Stufen von der ersten bis zur fünften würden Lichtkanten erhalten müssen.

§. 407. Beim Zeichnen des Grundrisses eines Hauses liegt die Vorstellung zum Grunde, daß die Mauern des Hauses ohngefähr in der Höhe der halben Fenster durch eine Ebene durchschnitten wären, und alsdann der obere Theil der Mauern



nebst dem Dache weggenommen worden seyn, so daß man aus einer unendlichen Ferne (siehe S. 103) den Raum, welchen die Mauern und die feststehenden Gegenstände innerhalb der Mauern auf dem Erdboden einnehmen, übersehen könnte. Da auch bei diesem Grundrisse Tab. XLI durch die angenommene Ebene die Fenster in der Hälfte durchschnitten sind, so mußte eigentlich auch die Treppe so dargestellt seyn, als wenn mehrere der obern Stufen von der durchschneidenden Ebene abgeschnitten wären; allein man hat bei geometrischen Zeichnungen einen ganz andern Zweck als bei den perspektivischen, und kann bei ersteren die Wahrheit opfern, um die Deutlichkeit der Darstellung zu vermehren. Indem nun zur richtigen Beurtheilung der Einrichtung eines Hauses es nöthig ist, daß man aus dem Grundrisse den Anfang, die Wendung und das Ende der Treppen, so wie die Zahl der Stufen deutlich sehen könne, so nimmt man deshalb bei den Treppen auf die durchschneidende Ebene keine Rücksicht.

§. 408. Nach dem, was bisher über das Zeichnen des Grundrisses eines Hauses gesagt worden ist, sieht man leicht ein, daß die Art der Darstellung nur willkürlich angenommen worden ist, und sich nicht auf treue Nachahmung der Natur gründet; folglich daß man mit gleichem Rechte auch auf ganz andre Weise die verschiedenen Theile eines Grundrisses abschattiren könnte. Mehrere geometrische Zeichner haben deshalb die Grundrisse der Gebäude auch so dargestellt, daß, nachdem sie eine durchschneidende horizontale Ebene in einer beliebigen Höhe vom Erdboden angenommen, und den obern abgeschnittenen Theil des Gebäudes sich weggedacht hatten, sie die, dem Auge zunächst liegenden Flächen am hellsten hielten, und die entfernteren im Verhältnisse ihrer Entfernung vom Auge immer mehr und mehr verdunkelten.

§. 409. Wäre der Grundriß Tab. XLI nach dieser Regel schattirt worden, so würden die obern Stufen der innern Treppe, die Mauern und die Oefen die hellsten Flächen darauf gewesen seyn, dann wären die Fensterschlingen, dann die Fensteröffnungen, dann der Herd und Backofen, dann die Treppen vor dem Hause, und bei diesen die niedern Stufen nach dieser Reihenfolge immer dunkler, der Erdboden aber selbst am dunkelsten getuscht worden. Demnach würde sich alles das zum Hause Gehörige vom Erdboden (vom Grunde) als heller getuschte Flächen unterschieden haben, was sich hingegen bei der auf Tab. XLI angenommenen Darstellungsart vom Grunde, d. h. von der den Grundriß umgebenden Fläche, nämlich vom weißen Papiere, nur als dunkle oder schwarze Fläche unterscheidet. Werden nun noch außerdem die Schlagschatten, welche die Mauern, Oefen, Treppen u. dgl. m. auf den Erdboden

werfen, angegeben, so steht man leicht ein, daß ein Grundriß auf diese Weise gezeichnet mehr als drei- und viermal so viel Arbeit machen müsse, als wenn er auf die zuerst beschriebene, und auf Tab. XLI dargestellte Weise gezeichnet wird, ohne deshalb besser und leichter eine deutliche Vorstellung und Uebersicht zu geben. Da es nun bei geometrischen Zeichnungen, zumal bei Grundrissen der Häuser, nicht auf täuschende Nachahmung der Natur, sondern auf genaue Angabe der Länge und Breite des Raums ankommt, und also der Zweck des Grundrisses bei der auf Tab. XLI gezeichneten Darstellungsart vollkommen erreicht wird, so bedienen sich auch die mehresten architektonischen Zeichner vorzugsweise nur dieser.

§. 410. Oft ist es wichtig zur richtigen Beurtheilung des Grundrisses eines Hauses zu wissen, was von Stein und was von Holz aufgeführt werden, und welche Befestigung dieser oder jener Theil durch eiserne Bänder und Anker bekommen soll; in diesem Falle muß man mit rother Farbe die von Stein, und mit gelber Farbe die von Holz zu erbauenden Theile des Hauses und alles Eisenwerk daran mit bläulichem Schwarz tuschen. Man kan: 1 auf zweierlei Weise dabei zu Werke gehen, entweder man tuscht die Zeichnung fertig, und streicht nachher die Farbe auf manche Fläche einmal, auf manche mehrmal darüber, oder man mischt die Farbe gleich unter die Tusche und tuscht damit auf die gewöhnliche Weise, indem man zu den Schattenflächen mehr Tusche der Farbe beimischt. Wollte man die reine gelbe, oder die reine rothe, oder die aus Gelb und Roth gemischte, oder die reine blaue Farbe ohne Zusatz von Schwarz nehmen, so würde eine mit diesen reinen Farben gefärbte Zeichnung zu grell und unharmonisch erscheinen. Wenn es gleich unnöthig ist, bei einer geometrischen Zeichnung alle die Farbenverhältnisse, die in der Natur Statt finden, darstellen zu wollen, so muß man doch wenigstens dabei die Regel beobachten, daß die Farbe, welche man zur Bezeichnung dieses oder jenes Materials gebrauchen will, dessen eigenthümlicher Farbe möglichst nahe kommen, und daß diese Farbenmischung nur zu den Flächen gebraucht werden muß, die eine rechtwinklige Richtung gegen die Lichtstrahlen haben. Je schräger die Richtung einer Fläche gegen die Lichtstrahlen wird, desto mehr schwarze Tusche muß der Farbe zugesetzt werden. Auf den Schattenflächen muß nur in den Reflexen etwas von der Farbe bemerkt werden, die Schlagschatten aber kann man mit bloßer schwarzer Tusche ohne Zusatz von Farbe tuschen.

§. 411. Durch einen Grundriß kann man, wie bekannt, nur eine deutliche Vorstellung von dem Verhältnisse der Längen und Breiten des Raums, den das ganze Haus, und die innern Abtheilungen auf dem Erdboden (oder dem Grunde) ein-



nehmen, geben. Will man aber von den innern Räumen des Hauses eine Darstellung geben, bei der auch das Verhältniß der Höhe mit angegeben ist, so denkt man sich z. B. das auf dem Grundrisse Tab. XLI stehende Haus von einer auf der willkürlich angenommenen Linie gh senkrecht stehenden Ebene durchschnitten, und nimmt an, daß der ganze Theil gahh des Hauses weggenommen wäre, und die Sehelinien die Richtung von a nach g, oder von b nach h hätten, folglich würde man von allen Abtheilungen im Innern des Hauses ihre Länge und Höhe sehen und messen können. Eine Zeichnung dieser Art ist auf Tab. XLII dargestellt und wird ein „Durchschnitt“ genannt. Hat die Durchschnittsebene das Haus der Länge nach durchschnitten, so nennt man diese Zeichnung einen Längendurchschnitt, hat aber die Durchschnittsebene das Haus in der Breite durchschnitten, so nennt man eine solche Zeichnung einen Quers oder Breiten durchschnitt. Der auf Tab. XLII dargestellte Durchschnitt ist demnach ein Längendurchschnitt des auf Tab. XLI im Grund- und Aufrisse gezeichneten Hauses, dessen Durchschnittsebene senkrecht auf der Linie gh steht.

§. 412. Oft ist es nothwendig, mehrere Durchschnitte eines Hauses zu zeichnen, wenn man durch den Grundriß allein keine ganz deutliche Vorstellung von der innern Einrichtung geben kann. Man pflegt gewöhnlich für jeden Durchschnitt die Stelle der Durchschnittsebene durch eine Linie auf dem Grundrisse zu bezeichnen, wie dies zu dem auf Tab. XLII dargestellten Durchschnitte durch die Linie gh auf dem Grundrisse Tab. XLI geschehen ist.

§. 413. Einer anscheinenden Unrichtigkeit muß hier noch gedacht werden. Wenn es zur Beurtheilung der Zimmer, Treppen und Keller des Hauses Tab. XLI am vortheilhaftesten ist, die durchschneidende Ebene im Grundrisse auf der Linie gh senkrecht stehend anzunehmen, so ist hingegen diese Lage der durchschneidenden Ebene für das Dach nicht vortheilhaft, weil alsdann nur die untere Hälfte des Daches von besagter Ebene abgeschnitten würde, und folglich der Dachstuhl mit den Schornsteinen fast gar nicht gesehen werden könnten. Man nimmt deshalb für das Dach eine andere Ebene an, die dasselbe in der Hälfte durchschneidet, und folglich im Grundrisse auf der Linie ik senkrecht stehend gedacht werden muß. Durch diese angenommene Lage der Ebene wird erst die Zeichnung des Durchschnittees zweckmäßig, denn man kann nun auch den innern Raum des Dachbodens, die Zusammensetzung des Dachstuhles die Lage der Schornsteine u. s. w. übersehen. Beim Nachzeichnen der auf Tab. XXXVIII bis XL dargestellten Fenster, und der auf Tab. XLI bis XLV dargestellten Außenseiten verschiedener Gebäude, muß man hauptsächlich das beobachten, was

§. 399 bis §. 403 über das Zeichnen symmetrischer Gegenstände gesagt worden ist. Dies gilt auch vom Nachzeichnen der folgenden Blätter Tab. XLVI bis L über die außerdem noch einige Erklärungen hinzugefügt werden sollen.

Tab.  
XLVI.

§. 414. Um das erste der drei Gefäße auf Tab. XLVI „die Zuckerschale“ nachzuzeichnen, muß man auf der Mittellinie die drei verschiedenen, leicht aufzufindenden Punkte auffuchen, aus denen man die verschiedenen Stücke einer Kreislinie zu dem Umrisse beider Henkel, zweitens des Körpers, und drittens des Deckels der Zuckerschale beschreiben kann. Ein Stück beider Henkel muß zu deren Vollendung aus freier Hand noch an den Kreishbogen anzeichnet werden. Eben so leicht können die beiden Punkte gefunden werden, aus denen die zwei Viertelkreise zu dem Fuße der Schale beschrieben worden sind. Sie liegen beide auf einer Horizontallinie, gleich weit von der Mittellinie. Um die Blätterverzierung am Körper der Zuckerschale richtig zu zeichnen, muß man sich einen Grundriß dazu konstruiren, wie er unter die Zuckerschale neben dem Pokale gezeichnet ist. Die Schale hat nämlich an der Stelle, wo die Blätterspitzen aufhören, denselben Umfang als die äußere Ellipse im Grundrisse anzeigt, und da, wo die Blätter am Fuße der Schale anfangen, hat sie denselben Umfang als die innere kleine Ellipse im Grundrisse angiebt. Wenn man nun auf der größern Ellipse die Entfernungen der vorliegenden Blätter von einem Blatte zum andern durch Punkte herumträgt, und von diesen Punkten nach dem Mittelpunkte beider Ellipsen Linien zieht, so sind diese Linien die Grundrisse der Mittellinien der vorliegenden Blätter. Konstruirt man alsdann diese Linien in den Aufriß, so erhält man die richtige Lage der Mittellinie der Blätter um den elliptischen Körper der Zuckerschale herum. Hat man erst die richtige Lage der Mittellinien der Blätter angegeben, so kann man leicht die beiden Seiten der vorliegenden, so wie die der zurückliegenden Blätter aus freier Hand dazu zeichnen.

§. 415. Das zweite Gefäß „eine Kanne“, besteht aus dem Körper, dem Halse und dem Henkel. Der Umriß des Halses der Kanne wird wie das architektonische Glied „die Einziehung“, §. 369 Fig. 87, konstruirt. Die Verzierung daran wird eben so, wie die Blätter an der Zuckerschale, erst im Grundrisse gezeichnet, und von da in den Aufriß konstruirt. Ein solcher Grundriß ist durch drei konzentrische Kreise unter die Kanne, neben dem Pokale gezeichnet worden, denn die horizontalen Durchschnitte am Halse, wie am Körper der Kanne sind Kreisflächen von verschiedenem Durchmesser. Der größte Kreis im Grundrisse giebt den Durchschnitt an, wo der Hals



mit dem Körper der Kanne zusammenstößt, der innere, die Stelle, wo der Hals am schmalsten ist, und der mittlere Kreis die Stelle, wo der Hals sich in einen Abguß endigt. Trägt man nun die Entfernung der Streifen am untern Theile des Halses auf dem größten dieser drei Kreise herum, und zieht von da nach dem Mittelpunkte Linien, welche die beiden kleinen concentrischen Kreise schneiden werden, so hat man den Grundriß zu den Streifen an dem Halse der Kanne gezeichnet. Man konstruirt alsdann die erhaltenen Durchschnittspunkte in den Aufriß, und verbindet die für jeden Streifen im Aufrisse gefundenen 3 Punkte durch eine krumme Linie. Will man die Kanne größer zeichnen, so ist es besser, wenn man mehr Durchschnitte im Aufrisse annimmt, folglich auch mehr concentrische Kreise im Grundrisse zeichnet, und mehr Durchschnittspunkte erhält.

§. 416. Die Verzierung der beiden Streifen am obern und untern Ende des Körpers der Kanne hat mit den Verzierungen der architektonischen Glieder die Eigenschaft gemein, daß Formen, die entweder aus der Natur genommen sind, wie die Blätter am untern Ende der Kanne, oder Formen, die aus der Fantasie genommen sind, wie die Vogen an dem obern Ende der Kanne, in ganz gleichen Entfernungen wiederholt werden. Jeder willkürlich angenommene Punkt in einer solchen Form wird sich deshalb auch in ganz gleichen Entfernungen wiederholen. Trägt man nun die gleiche Entfernung eines solchen willkürlich angenommenen Punktes im Grundrisse auf einer Kreislinie herum, die dem Umkreise des Durchschnittees der Kanne an der Stelle gleich ist, wo sich der verzierte Streifen befindet, und konstruirt diese Punkte in den Aufriß, so erhält man die richtige Stellung dieses sich immer wiederholenden Punktes um den runden Körper herum, und vollendet alsdann aus freier Hand die ganze Verzierung.

§. 417. Der Henkel der Kanne stellt eine Schlange vor. Die Biegung dieses Henkels hat deshalb keine regelmäßige Krümmung, sie ist nämlich weder ein Theil eines Kreisbogens noch einer Ellipse u. s. w., und muß folglich aus freier Hand nachgezeichnet werden, indem man von der Mittellinie aus einige Horizontallinien bis zu dem Henkel zieht, die erhaltenen Durchschnittspunkte abträgt, und dieselben durch eine Linie aus freier Hand verbindet, so wie dies auf der Kupfertafel durch die punktirten Horizontallinien angedeutet worden ist.

§. 418. Wenn gleich beim Pokale keine Mittellinie angegeben worden ist, so muß dennoch beim Nachzeichnen dieses Körpers, als eines symmetrischen Gegenstandes, so verfahren werden, wie §. 399 und §. 400 angezeigt worden ist. Die Punkte, aus denen die Kreisbogen am Fuße und Deckel bes

schrieben worden sind, findet man nach einigen angestellten Versuchen leicht auf. Es sind diese Punkte auf der Kupfertafel nicht angegeben worden, weil die Darstellung des Pokals durch Hülfslinien und bezeichnende Buchstaben nicht verdorben werden sollte. Die horizontalen Durchschnitte des Fußes des Körpers und des Deckels am Pokale sind Kreisflächen, doch der senkrechte Durchschnitt des Körpers bildet ein Stück einer Ellipse, deren kleine Ase sich zur großen Ase verhält wie 4 zu 7, und nach §. 64 konstruirt worden ist. Die Blätterverzierung am untern Theile des Körpers wird auf gleiche Weise gezeichnet, als §. 420 angezeigt worden ist. Am Fuße und am Deckel kommt dieselbe Verzierung vor, mit der einige Glieder am jónischen, korinthischen und römischen Gefäße verziert sind, und deren Konstruktion §. 374 Tab. XXXV Fig. 96 angezeigt worden ist. Um diese Verzierung um das runde Gefäß herum richtig zu stellen, muß man das beobachten, was §. 416 über verzierte Streifen gesagt worden ist.

§. 419. Die Ranke Weinblätter, die um den Pokal zwischen zwei Rundstäben herumläuft, so wie die auf dem Deckel liegende Weintraube, gehören zwar nicht in das Gebiet der geometrischen Zeichnungskunst, sondern in das der freien Handzeichnung, und beide müßten deshalb, streng genommen unter die Vorzeichnungen zu dieser Sammlung nicht mit aufgenommen seyn; allein man wird aus den wenigen vorhergegangenen Blättern schon gewahr worden seyn, wie oft der geometrische Zeichner genöthigt ist, zum Zeichnen aus freier Hand seine Zuflucht nehmen zu müssen, und daß es ihm unmöglich ist, alles bloß mit Zirkel und Lineal zeichnen zu können, was auf geometrischen Zeichnungen vorkommt. Man erinnere sich nur an die Kreisflächen und Schneckenlinien, die in schräger Richtung gezeichnet werden sollen, an die Verzierung der architektonischen Glieder und an die Akanthusblätter am korinthischen und römischen Kapitale, und man wird einsehen, wie nothwendig es für den geometrischen Zeichner ist, so viel als möglich sich in freier Handzeichnung zu üben. Zu diesem Zwecke ist die Ranke Weinblätter am Pokale in einem größeren Maasstabe unter dem Pokale gezeichnet, und vorzugsweise dazu gewählt worden, weil hiebei auf einem kleinen Raume eine große Abwechselung von Lagen und Größen der Blätter Statt findet, und ein großer Theil der bei geometrischen Zeichnungen gebräuchlichen Verzierungen von ähnlichen Blättern hergenommen worden ist. Sie ist so dargestellt, wie sie ein Goldschmidt am besten als Vorzeichnung brauchen könnte, wenn er diese Ranke auf polirtem Grunde halberhaben matt in getriebener Arbeit auf einem silbernen oder goldenen Gefäße machen wollte.

§. 420. Soll sich darnach der Anfänger in freier Hand



zeichnung üben, so muß derselbe dabei nicht bloß die Festigkeit der Hand, sondern auch sein Augenmaaß zu stärken suchen. Zu Erreichung dieses Zweckes muß er erst in dem Umriss eines Blattes den Ort eines oder mehrerer Punkte auf seiner Nachzeichnung mit dem bloßen Augenmaaße bestimmen, und nachher durch perpendikulare und horizontale Abstände mit Hülfe des Zirkels untersuchen, ob ihn sein Augenmaaß getäuscht habe oder nicht. Man darf nur nicht vorher, ehe man nach dem bloßen Augenmaaße den Ort eines Punktes angegeben hat, mit dem Zirkel seinen richtigen Ort ausmessen, und zweitens darf man auch nicht unterlassen, nachher mit dem Zirkel zu untersuchen, ob man dem Punkte seinen richtigen Ort bestimmt habe oder nicht, wenn man bald dahin gelangen will, mit Sicherheit sich auf sein Augenmaaß verlassen zu können.

§. 421. Zu dem auf Tab. XLVII dargestellten Sopha von vorn und von der Seite ist kein Grundriß nöthig, denn ein Stuhlmacher würde von diesen beiden Ansichten alle nöthigen Maaße eines nach den nämlichen Verhältnissen gearbeiteten Sophas abtragen können. Die Schwingung der Armlehne bei der Seitenansicht ist aus zwei Kreisbogen konstruirt, von denen der eine aus dem Punkte c, der andre aus dem Punkte i beschrieben worden ist, beide Bogen sind alsdann durch ein kleines Stück einer geraden Linie mit einander verbunden worden. Tab. XLVII.

§. 422. Auf Tab. XLVIII ist der Aufriß eines Tisches und der Grundriß desselben, ferner ein Stuhl von vorn und von der Seite dargestellt. Soll man eine richtige Vorstellung von diesem Tische erhalten, so daß ein Tischler denselben nach der Zeichnung in gleichem Verhältnisse und gleicher Form nachbilden kann, so ist dazu der bloße Aufriß nicht hinreichend, sondern es muß auch der Grundriß dazu gezeichnet werden. Aus dem Grundrisse sieht man erst die verschiedenen Einbiegungen des Fußgestelles, und daß die Form des Tischblattes eine Ellipse ist. Tab. XLVIII.

In §. 61 bis §. 65 ist gezeigt worden, wie eine Ellipse gezeichnet werden muß. Die beiden Axen der Ellipse kann man zugleich benutzen, die verschiedenen Punkte im Fußgestelle symmetrisch abzutragen. Um die Einbiegung (welche ein Theil einer Ellipse ist) zwischen den Punkten a und b richtig nachzeichnen zu können, muß man zwischen den beiden Endpunkten dieser Einbiegung eine gerade Linie ziehen, und auf dieser in gleichen oder beliebigen Entfernungen Perpendikularlinien errichten, bis diese die elliptische Linie schneiden, alsdann muß man die Entfernungen dieser Durchschnittspunkte von der Linie abtragen, und dieselben durch eine aus freier Hand gezogene Linie verbinden. Was vom Nachzeichnen der Einbiegung ab

gesagt worden ist, gilt auch von den übrigen Einbiegungen, die auf die nämliche Weise abgetragen werden müssen.

§. 423. Die beiden Ansichten des Stuhles von vorn und von der Seite sind hinreichend, daß ein Stuhlmacher darnach alle nöthigen Maaße der Länge, Breite und Höhe jedes einzelnen Theiles abnehmen kann, um darnach einen Stuhl zu machen, deshalb ist hier ein Grundriß unnöthig. Beim Nachzeichnen des Stuhles von vorn muß man, wie bei jedem symmetrischen Körper, zuerst die Mittellinie  $cd$  ziehen, und von dieser aus nach beiden Seiten die verschiedenen Maaße der Breiten abtragen. Durch die Hüßslinie  $ef$  und die darauf in gleicher Entfernung von der Mittellinie  $cd$  gesetzten Perpendikularlinien wird die Zeichnung aus freier Hand der symmetrischen Bogen an der Stuhllehne sehr erleichtert. Um die Biegung der Stuhllehne bei der Ansicht von der Seite richtig zu treffen, muß man aus dem Punkte  $g$  die Perpendikularlinie  $gh$  ziehen, auf die man wieder an beliebigen Punkten derselben rechtwinklig Linien bis zur Stuhllehne zieht, welche anzeigen, wie viel an diesen Punkten die Stuhllehne von der Perpendikularlinie  $gh$  abweicht.

Tab.  
XLIX.

§. 424. Auf Tab. XLIX ist in Fig. 89 der Grundriß eines Kellers dargestellt. Durch diesen Grundriß in Verbindung mit den beiden Durchschnitten Fig. 97 und Fig. 99 soll eine deutliche Vorstellung von der stufenweis fortschreitenden Vollendung eines Kellergewölbes gegeben werden, nämlich wie das Bogengerüste angelegt werden muß, über das man die Bogen der Kellerdecke von Ziegelsteinen wölben will, ferner wie die Ziegelsteine zu einem solchen Gewölbe, was man Kappengewölbe, oder holländisches Gewölbe nennt, am vortheilhaftesten gelegt werden müssen, und wie der Raum über dem Gewölbe ausgemauert werden muß, damit er mit den Fundamentmauern eine ebene horizontale Fläche bildet. Zu diesem Zwecke ist der Bogen  $kemg$ , welcher den ganzen Kellerraum in 2 Theile theilt, und den man „den Gurtbogen“ nennt, so dargestellt, daß in der Mitte desselben eine Oeffnung ist, durch die man die darunter liegenden hölzernen Bögen, die man „Lehrbögen“ nennt, sehen kann, auf welche die Ziegelsteine zur Wölbung des Gurtbogens gelegt werden müssen. Einen Durchschnitt dieses Gurtbogens und der darunter liegenden Lehrbögen sieht man in Fig. 97 so dargestellt, daß die durchschneidende Ebene senkrecht über  $ab$  sich befindet, und die Sehelinien die Richtung von  $m$  nach  $k$  (im Grundrisse) haben. Eine andere Ansicht dieses Gurtbogens nebst des darunter befindlichen Lehrbogens und des davorstehenden Gerüstes für das Kappengewölbe sieht man auf dem Durchschnitte Fig. 99 so vorgestellt, daß die Sehelinien die Richtung von  $f$  nach  $e$  oder von  $h$  nach  $g$



(im Grundrisse) haben, und die durchschneidende Ebene senkrecht über *dc* angenommen wird. Auf der einen Seite dieser Oeffnung im Gurtbogen Fig. 98 ist die Lage der Steine, welche die Wölbung bilden, angegeben, und auf der andern Seite der Oeffnung ist der Gurtbogen als übermauert dargestellt, so daß er mit der Plinthe \*) eine horizontale Fläche bildet, wo alsdann der Gurtbogen vollendet ist, und zu den beiden daneben liegenden Kappengewölben als Widerlager dient.

§. 425. So wie die stufenweis fortschreitende Vollendung des Gurtbogens dargestellt worden ist, so ist es auch mit der der beiden Kappengewölbe gemacht worden. Es ist nämlich auf der einen Hälfte *efgh* des Kellergrundrisses nur das Gerüste zum Kappengewölbe angegeben worden, die dazu gehörigen senkrechten Stützen sieht man auf den beiden Durchschnitten Fig. 97 und Fig. 99. Auf der andern Hälfte *iklm* des Kellergrundrisses ist das Kappengewölbe als fertig gemauert dargestellt, aber in demselben ist eine von Ziegelsteinen unbedeckte Stelle gelassen worden, um zu zeigen, wie auf das in der ersten Hälfte *efgh* angegebene Gerüste die Latten befestigt sind, (welche die Verschalung oder Schaallatten genannt werden) über welche das Kappengewölbe gewölbt worden ist. Ferner ist auf der Hälfte *iklm* des Kellergrundrisses die Richtung der Ziegelsteine im Kappengewölbe angezeigt, welche diagonal gegen die Umfangsmauern und gegen den Gurtbogen seyn muß. In dem Aufrisse Fig. 97 sieht man wieder, wie nach Vollendung des Kappengewölbes dasselbe nebst dem Gurtbogen übermauert wird, so daß der Raum darüber eine ebene horizontale Fläche bildet, auf welche die Lagenbalken zur Befestigung der Zimmerfußböden gelegt werden.

§. 426. Fig. 101 ist der Grundriß eines andern Kappengewölbes, durch den eine andre Lage der Ziegelsteine gegen die Umfangsmauern, ferner die Lage der Ziegel über den Kellerfenstern zu der Lage der Ziegel über dem Kappengewölbe angezeigt worden ist. Wenn man diesen Grundriß mit einer auf *ab* senkrecht gestellten Ebene durchschneidet, und den Scherlinien die Richtung von *a* nach *c*, oder von *b* nach *d* giebt, so erhält man die Durchschnitzzeichnung Fig. 100, auf der der Durchschnitt des Kellerfensters, die horizontale Fläche über dem Kappengewölbe, und die darauf liegenden Lagenbalken nebst Fußböden angegeben sind. Das Nachzeichnen dieser beiden Blätter kann für den, der die vorhergehenden Blätter gezeichnet hat, keine Schwierigkeit mehr machen, weshalb hier nichts über das

Fig. 100  
und 110.

\*) Plinthe heißt am Hause die Stelle, wo das Fundament aufhört und die Umfangsmauern, die etwas eingerückt werden, anfangen.

Nachzeichnen derselben, dagegen aber nur über ihre Bedeutung das Nothwendigste gesagt worden ist.

§. 427. Bisher ist das Nöthigste über Konstruktion und Bedeutung aller der zum vierten Abschnitte gehörigen Blätter, nämlich von XXIII bis Tab. I gesagt, und das nachgeholt worden, was in dem zweiten Abschnitte noch nicht vorgekommen war. Was aber die Abschattirung aller dieser Blätter anbelangt, so ist nur nöthig, auf die im dritten Abschnitte gegebenen Regeln hinzuweisen. Die Postamente und Gebälke der 5 Säulenordnungen, ferner die in einem großen Maasstabe dargestellten 3 Fenster, die 6 Blätter mit Außenseiten von Häusern, die 2 Blätter mit Meubeln, und die beiden Blätter mit Kellergewölben, bestehen größtentheils aus Flächen, die dem Auge theils mehr, theils weniger nahe sind, und müssen deshalb nach dem im dritten Abschnitte aufgestellten Grundsätzen, und nach den sich darauf beziehenden Regeln von §. 247 bis 254 abschattirt werden. Die Entfernung, um wie viel ein Glied an den Postamenten und Gebälken, so wie an den Gesimsen bei den Außenseiten der Gebäude weiter heraussteht, als das nächst vorhergehende oder nachfolgende, welche in der Kunstsprache nach §. 258 „die Ausladung“ genannt wird, bestimmt das Verhältniß des Grades der Helligkeit oder Dunkelheit dieses Gliedes zu den übrigen Flächen und Gliedern. Die Ausladung eines jeden Gliedes wird aber bei allen diesen Blättern auf den ersten Anblick bemerkbar, weil der rechtwinklige Durchschnitt aller Glieder auf der Kante der Gesimse und Gebälke zu sehen ist.

§. 428. Bei einigen Blättern ist indeß von den im zweiten Capitel des dritten Abschnittes gegebenen Regeln etwas abgewichen worden, worüber hier noch einige Worte gesagt werden sollen. Es ist nämlich bei Tab. XLI bis Tab. XLIV das Dach im Verhältnisse zu den andern Flächen und zu Folge seiner Richtung gegen die Lichtstrahlen weit dunkler getuschelt worden, als es nach jenen Regeln seyn sollte. Da wir aber gewohnt sind, in der Natur die mit Dachziegeln, Schieferplatten oder mit Eisenblech gedeckten Dächer von weit dunklerer Farbe als die Wände des Hauses zu sehen, so wird Keiner diese Art der Darstellung für unrichtig, sondern Jeder wird es natürlicher finden, wenn durch den dunkleren Ton der Dächer auch die dunklere Farbe derselben angedeutet wird, als wenn auf die dunkle Farbe des Daches beim Tuschen gar nicht Rücksicht genommen worden wäre.

§. 429. Nicht blos das Dach, sondern auch die Plinthe hat bei den Facaden jedes Mal einen dunkleren Ton erhalten, als der ist, den die Fläche der Wand des Hauses bekommen hat, obgleich die Plinthe dem Auge näher als die Wand ist,



und nach den im zweiten Capitel des dritten Abschnittes gegebenen Regeln etwas heller statt dunkler seyn müßte, weil aber dadurch die Ansicht des Hauses sich besser ausnimmt, indem dieselbe als ein Ganzes \*) erscheint, so ist in dieser Hinsicht die Abweichung von der Regel nicht nur zu entschuldigen, sondern auch zu loben.

§. 430. Auf Tab. XLIV ist ein Zaun, der halb von Stein, halb von Holz seyn soll, dargestellt, auf dem die aus Stein bestehenden Theile mit solchen Flecken getuscht worden sind, wie sie an verschiedenen Steinarten angetroffen werden. Diese Flecke sollen auch weiter nichts bedeuten, als daß zu dem Theile des Zaunes, welcher von Stein aufgebaut werden soll, behauene aber unbeworfene Steine gebraucht werden sollen, damit die angenehme Abwechselung von Farbensflecken darauf zu sehen ist.

§. 431. Auf Tab. XLVII ist an der Rückenlehne des Sophas, so wie auf dem Sitze und an der Armlehne ein Theil dunkler getuscht worden. Dadurch soll angezeigt werden, wie weit die gepolsterten Stellen gehen, von denen man annimmt, daß sie mit einem dunklern Zeuge überzogen sind, als die Farbe des Holzes ist. Man könnte aus der nämlichen Ursache diese Stellen auch heller tuschen als diejenigen, welche das Holz an diesem Meubel anzeigen sollen. Deutlicher wird dieser Unterschied indeß durch Farbe angegeben.

§. 432. Die Grenzen der Schlagschatten, welche von den vorspringenden Gliedern bei den Postamenten, Gebälken, Facaden u. s. w. geworfen werden, sind nach §. 279 auch gerade Linien. Nach §. 264 ist der Schlagschatten dieser Glieder eben so breit, als ihre Ausladung beträgt. Man braucht also nur die Größe ihrer Ausladungen in den Zirkel zu nehmen, und kann damit die Breite ihrer Schlagschatten bestimmen. Der Grad der Dunkelheit derselben ist nach den in §. 249, §. 253 und §. 254 angegebenen Regeln bestimmt worden.

§. 433. Ueber Abschattirung der Säulen ist bei der dritten Aufgabe zu Fig. 63 und 64, so wie über die Seitenschatten und Schlagschatten, welche an dem Wulste, dem Ringe, dem Pfuhle, und an der Einziehung vorkommen, ist bei den Aufgaben zu Fig. 71, 72 und 73 bereits alles, was darauf Bezug hat, gesagt worden. Die daselbst gegebenen Regeln sind auch auf Abschattirung der drei Gefäße anzuwenden.

\*) Man lese darüber in Sulzers Theorie der schönen Künste den Artikel „Ganz“ nach.



# I n h a l t.

---

Erster Abschnitt.		Seite
§. 1—25.	Cap. 1. Von ZeichnungsMaterialien und Instrumenten . . . . .	1
§. 26—29.	— — Ueber das Aufspannen des Papiers . . . . .	12
§. 30—66.	Cap. 2. Geometrische Vorkenntnisse . . . . .	15
§. 67—74.	Cap. 3. Vom Tuschen der Flächen, die einen gleichmäßigen Ton bekommen sollen . . . . .	26
§. 75—84.	— — Vom Verwaschen des Tons bei schief liegenden und krummen Flächen . . . . .	30
§. 85—95.	— — Ueber Anlage, Stimmung und Reinarbeiten einer Zeichnung . . . . .	34
§. 96.	— — Ueber Behandlung der Farben zu geometrischen Zeichnungen . . . . .	39
§. 97.	— — Von der Sepia und ihrer Zubereitung . . . . .	40

## Zweiter Abschnitt.

§. 98—114.	Cap. 1. Einleitung zur geometrischen Zeichenlehre . . . . .	42
§. 115—209.	Cap. 2. Wie Linien und Flächen im Grund- und Auftritte geometrisch gezeichnet werden müssen . . . . .	46

## Dritter Abschnitt.

§. 210—222.	Cap. 1. Einleitung zur Lehre von Licht und Schatten . . . . .	78
-------------	---	----



§. 223—235. Cap. 2. Ueber die verschiedene Wirkung der Lichtstrahlen, je nachdem ihre Richtung gegen die zu beleuchtenden Flächen verschieden ist . . .	83
§. 236—255. Cap. 3. Einfluß der Entfernung des Auges auf Abschattirung geometrischer Zeichnungen . .	88
§. 256—275. Cap. 4. Ueber Richtung der Lichtstrahlen gegen die Bildfläche . . . . .	94
§. 276—352. Cap. 5. Aufgaben über die Konstruktion der Schatten und Schlagschatten . . . . .	102

### Vierter Abschnitt.

§. 353—361. Ueber die fünf Säulenordnungen . . . .	135
§. 362—370. Ueber Konstruktion der architektonischen Glieder . . . . .	137
§. 371—378. Ueber die Konstruktion der Perlen, Schlangeneier und Blätter, die als Verzierung an den architektonischen Gliedern vorkommen, und über die Konstruktion der Schnecke . . . . .	139
§. 379—380. Namentliche Reihenfolge der Glieder am ionischen Gebälke . . . . .	142
§. 381—389. Ueber die Zeichnung der Kanelüren und des ionischen Kapitals . . . . .	143
§. 390—398. Ueber Zeichnung des Korinthischen Kapitals . .	147
§. 399—403. Ueber Zeichnung symmetrischer Gegenstände . .	149
§. 404—413. Ueber Zeichnung des Grundrisses und Durchschnit- tes eines Gebäudes . . . . .	151
§. 414—423. Ueber Zeichnung der Gefäße und Meubeln . .	156
§. 424—426. Wie die stufenweis fortschreitende Vollendung eines Kellergewölbes geometrisch zu zeichnen ist . .	160
§. 427—433. Bemerkungen über Abschattirung der zum vierten Abschnitte gehörigen Kupfertafeln . . . . .	162



## Druckfehler.

---

Seite	1	Zeile	12 v. o.	statt Meißel	lies Meißel.
—	2	—	2 v. u.	—	dem lies den.
—	3	—	4 v. u.	—	längst lies längs.
—	4	—	1 v. u.	)	Cathede lies Cathete.
—	5	—	3 v. o.		
—	8	—	21 v. o.	—	Meißel lies Meißel.
—	8	—	28 v. o.	—	den lies dem.
—	9	—	9 v. o.	—	Klebriches lies Klebriges.
—	10	—	13 v. u.	—	löst lies löst.
—	16	—	12 v. u.	—	deshald lies deshalb.
—	18	—	3 v. u.	—	derselben lies demselben.
—	22	—	22 v. u.	—	nach den lies nach dem.
—	22	—	14 v. u.	—	Seiten lies Seite.
—	27	—	7 v. o.	—	das man lies daß man.
—	29	—	13 v. u.	)	längst lies längs.
—	30	—	6 v. o.		
—	31	—	9 v. o.		
—	31	—	5 v. o.	—	Cilinderabschnitt lies Cylinderabschnitt.
—	32	—	3 v. o.	)	längst lies längs
—	32	—	19 v. o.		
—	33	—	17 v. o.	—	cc'ee lies ccdd.
—	37	—	19 v. u.	—	wenigen lies wenigem.
—	38	—	5 v. u.	—	meißelartige lies meißelartige.
—	39	—	14 v. u.	—	Kantiszucker lies Kandiszucker.
—	47	—	16 v. o.	—	Linien lies Linie.
—	47	—	23 v. o.	—	Gehelinie lies Gehelinien.
—	49	—	13 v. o.	—	dem lies den.
—	51	—	9 v. u.	—	§. 125 lies §. 135.



Seite 54	Zeile 3 v. u.	—	ac lies ae.
— 55	— 5 v. o.	—	a' lies a.
— 57	—		bei §. 150 fehlt am Rande Fig. 31.
— 58	— 7 v. u.	—	ab' lies ab'.
— 60	—		bei §. 159 fehlt am Rande Fig. 33.
— 65	— 12 v. u.	—	§. 171 lies §. 170.
— 89	— 5 v. u.	—	durchsichtigen lies durchsichtigem.
— 93	— 6 v. u.	—	C'CCB lies C'CDB.
— 96	— 2 v. o.	—	feine lies fein.
— 96	— 5 v. o.	—	den lies dem.
— 100	— 9 v. o.	—	ab' lies ab.
— 102	— 9 v. u.	—	ad im lies ad' im.
— 103	— 13 v. u.)	—	sae lies Sae.
— 103	— 9 v. u.)	—	
— 104	— 24 v. u.	—	folg; lies folglich.
— 113	— 21 v. o.)	—	fa lies fa.
— 113	— 26 v. o.)	—	
— 121	— 20 v. u.)	—	usws' lies vsws'.
— 121	— 5 v. u.)	—	
— 128	— 2 v. u.	—	xy lies zy.
— 144	— 8 v. o.	—	§. 382 lies 383.
— 144	— 20 v. o.	—	§. 383 lies 384.
— 144	— 34 v. o.	—	§. 384 lies 385.

